
Ex-libris
Charles Atwood
Kofoid

Allgemeine

Naturgeschichte,

als

philosophische und Humanitätswissenschaft

für

Naturforscher, Philosophen und das höher gebildete Publikum

bearbeitet

von

Maximilian Perty,

Doktor der Philosophie und Medizin, öffentl. ordentl. Professor der Naturgeschichte, Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Universität zu Bern.

I. Band.

Mit 2 Tabellen.

Bern, 1837.

Druck und Verlag von C. Fischer u. Comp.

Vorrede.

Den Freunden der Naturwissenschaft wird hiemit der erste Band der „allgemeinen Naturgeschichte, als philosophische und Humanitätswissenschaft" bearbeitet, dargeboten.

Es wird in derselben der Versuch gemacht, die ganze Natur nach ihren hauptsächlichsten Erscheinungen und Produkten zu schildern, in der unbegrenzten Verschiedenheit und Gegensetzung ihrer Einzelwesen, deren höhere Einheit und Uebereinstimmung nachzuweisen, und sonach die sichtbare Schöpfung als eine zusammenhängende, aus der ewigen Vernunft geflossene Reihe von Wesen und Kräften darzustellen. — Wahrheiten, welche man sonst auf ganz anderem Gebiete zu suchen pflegt, sollten in die Naturwissenschaft eingeführt, und diese dadurch fruchtbar auch für die höhern Anfoderungen des Menschengeistes gemacht werden. Es wurde hiebei vorausgesetzt, daß die Naturgeschichte (ihrer vollen Bedeutung nach der Komplex und das Ziel sämmtlicher Naturwissenschaften,) eine Behandlung ertrage, durch welche sie von einer auf sinnliche Wahrnehmungen und

deren Kombination gegründeten Lehre zum Standpunkt der Philosophie, der Theologie und besonders der Geschichte erhoben wird. Man verlangt von dem Bearbeiter der Universalgeschichte, daß er den Gang des Weltschicksals und dessen ewige Gesetze in der Entwicklung unseres Geschlechts nachweise; man kann auch vom Naturforscher verlangen, daß er die ganze Natur als ein lebendiges, zusammenhängendes Ganze erkenne, und in ihren widersprechenden Erscheinungen den Ariadne'schen Faden der höhern Einheit nicht verliere. Ueberhaupt giebt es für jeden Zweig des Forschens ein letztes Ziel, welches gleichsam den leuchtenden Hochpunkt bildet, der von Zeit zu Zeit auf den Krümmungen des Pfades sichtbar wird, und eine Orientirung auf demselben möglich macht. In unserer Wissenschaft heißt dieses Ziel: Vollständige Erkenntniß des Wesens und der Beschaffenheit der Natur, und ihres Verhältnisses zur Gottheit und zu uns selbst. — Soviel über die Idee, welche sich der Verfasser von der Aufgabe einer allgemeinen Naturgeschichte, (nicht etwa einer Grammatik eines oder einiger Zweige der Naturwissenschaft, welche man gewöhnlich Naturgeschichte nennt) gemacht hat.

Betrachtet er aber nun das vorliegende Buch, mit all' seinen Mängeln und Unvollkommenheiten, so erkennt er klar, wie weit er hinter dem hohen Urbilde, das ihm vorschwebte, zurück geblieben ist. So tritt ein Reisender ein in ein wunderbares Land, von Völkerschaften mit fremden Sitten und Sprachen bewohnt, und versucht über den innern gesellschaftlichen Zustand, die Staatsverfassung und Geschichte derselben zu berichten. Zwar haben zahlreiche Forscher vor ihm dasselbe

Land bereiset; die einen haben die Kunstprodukte dieser Völker studiert, andere haben seine Wohnungen, seine Tempel u. s. w. beschrieben, die dritten sein äußeres Leben geschildert, aber nur wenige haben es versucht, in die Räthsel seiner Entstehung, seiner Schicksale und seines eigenthümlichen Geistes einzudringen. — Billige Beurtheiler werden aber auch das, was in dieser Beziehung in vorliegendem Werke gewonnen wurde, sei es nun mehr oder weniger, nur im Keime gegeben, oder schon besser entwickelt, — zu schätzen wissen, um so mehr, wenn sie selbst die Schwierigkeiten kennen gelernt haben, welche sich auf jeder neuen Bahn darbieten.

Es ist nicht zu erwarten, daß Jedermann mit den vom Verfasser aufgestellten Ansichten von der innern Wesenheit der Natur übereinstimme. Es wird nicht an Solchen fehlen, welche überhaupt für unmöglich halten, etwas hierüber festzustellen. Es ist aber apodiktisch gewiß, daß jene Vorstellung der Wahrheit am nächsten kommen muß, welcher das Weltall als ein in allen Theilen lebendiger Organismus erscheint, in dem alles Tödte, Träge, Beziehungslose verschwindet, und wo unzählige gegen einander wirkende Potenzen doch zur organischen Einheit in einander fliessen. Es ist gewiß, weil es vernünftig nothwendig ist.

Sollte es nicht möglich sein, jenen fast feindlichen Gegensatz aufzuheben, in welchem die Naturwissenschaft und die Philosophie in neuester Zeit einander gegenüber getreten sind? Ist denn die Menschennatur nicht eine einige und ungetheilte dadurch, daß auch in ihr, wie in der großen Natur, widersprechende Kräfte zu einem harmonischen Ganzen verschmolzen sind? Der Verfasser steht nicht im mindesten an, diese Fragen zu bejahen.

Offenbar findet, wie in den großen politischen und religiösen Ideen der Zeit, so auch in unserer Wissenschaft ein Oszilliren zwischen den Extremen statt, eine Schwingung, in welcher bald jene, bald diese Meinung, bald jene, bald diese Seite der Erkenntniß, und des Erkenntnißvermögens herrschend hervortritt. Wie aber das Pendel seine Schwingungen von Ost nach West und West nach Ost um einen Punkt macht, der stets fest und unverändert bleibt, so muß es auch ein Centrum der Erkenntniß für die Segmente des Erkennens geben. — Diejenigen, welche am Worte Naturphilosophie, oder philosophische Naturgeschichte Anstoß nehmen, und deren Idee verdammen, weil sie sich hiebei nur an verfehlte Versuche erinnern, mögen bedenken, daß Erfahrung und Philosophie, gemäß der Duplizität unseres Wesens gleich nothwendig, gleich ursprünglich sind. Es ist wahr, daß die Erfahrung die Wurzel der Naturforschung sei, aber eben so wahr, daß sie nie ihre Krone bilden kann. Auf dem höchsten Standpunkt müssen sich in der Wissenschaft Philosophie und Erfahrung durchdringen, wie Geist und Leib in der Menschennatur. — Es mag sein, daß die gegenwärtige Richtung der Zeit, Versuchen, sich jenem Standpunkt zu nähern, nicht günstig sei. Umstände solcher Art werden den aufrichtigen Forscher nie irre machen. Seine Pflicht ist, auf die innere Stimme der Wahrheit zu hören, und für das als recht und gut Erkannte, den Kampf nicht zu scheuen. Ideen sterben übrigens nicht, und Diejenigen, welchen die Gegenwart etwa ihre Kränze versagt, dürfen sie bei dem Wechsel aller menschlichen Dinge um so eher von der Zukunft erwarten.

Der Druck des gegenwärtigen Buches ist so ein=

gerichtet, daß in jedem Hauptstücke die allgemeinen Uebersichten und eigenthümlichen Ansichten vorausgesendet, und mit Garmond gesetzt wurden, das Erfahrungsmäßige, überall Angenommene und Demonstrable mit Petitschrift nachfolgt. Es war indeß nicht immer thunlich, diese Scheidung streng durchzuführen; doch ist es in den meisten Hauptstücken geschehen. — Das analytische Verfahren ging aus der ganzen Beschaffenheit der Aufgabe hervor. Von der obersten Idee ewiger Macht und Weisheit ausgehend, steigt die Betrachtung zuerst zu den Hauptklassen von Erscheinungen und Wesen herab, nimmt dann jede derselben besonders vor, schreitet zu den untern Abtheilungen fort, und schließt mit den Einzelheiten, (so weit diese der Umfang aufzunehmen gestattet,) gleichsam als den letzten Verzweigungen des Urstammes, aus dem Alles entsprossen ist. Indem sie auch dem Menschen den Standpunkt anweis't, welchen er im Universum einnimmt, lehrt sie ihn die Verhältnisse und Beziehungen kennen, in welchen er zur Schöpfung steht, veredelt und erleuchtet dadurch sein eigenes Wesen, und klärt ihn über seine höchsten Interessen auf. Die Erfahrung als substantielle Grundlage annehmend, theilt sie ihre wichtigsten und sichersten Ergebnisse mit, verbindet sie zum geschlossenen Ganzen, und sucht dadurch auch in der Wissenschaft jenen wunderbaren Organismus nachzubilden, welchen wir Natur nennen. — Da dieses Buch bestimmt ist, Uebersichten von höherem Standpunkte zu geben, so konnte in ihm nur das Wichtigere, und auch dieses nur kurz berührt werden. Die gedrängte Sprache machte es übrigens möglich, eine größere Masse von Thatsachen mitzutheilen, als vielleicht der Umfang er-

warten ließe. In einem Werke übrigens, welches nicht für Anfänger, sondern für Solche bestimmt ist, die bereits naturhistorische Studien gemacht, und einige Kenntnisse erworben haben, bedarf es oft nur einer kurzen Andeutung, oder Skizzirung mit wenigen scharfen Zügen, am rechten Orte, um den Zusammenhang einer Erscheinung oder eines Dinges mit andern klar hervor treten zu lassen. Die Literatur, welche mit Sorgfalt ausgewählt und angegeben wurde, wird indeß Jenen, welche sich selbst fortbilden, oder zur vollständigern Erkenntniß irgend eines Zweiges durchdringen wollen, Mittel und Wege hiezu eröffnen.

Der 2te Band wird bis Ostern 1838 vollendet sein. Wie glücklich wäre der Unterzeichnete, wenn dieses Werk für die Wissenschaft und für geistige und sittliche Veredlung überhaupt, sich nicht unfruchtbar erzeigte!

Bern, den 17. Oktober 1837.

Der Verfasser.

Inhalt.

II. Buch. Von den Stoffen und den an ihnen erscheinenden allgemeinen Kräften.

III. Buch. Von den primären Organismen oder den Weltkörpern.

IV. Buch. Von der Erde.

Einleitung.

Begriff der Natur, und der allgemeinen Naturgeschichte.

Das für uns erkennbare Universum zerfällt in zwei große Sphären. Die eine umfaßt alle Gegenstände, welche durch Kräfte hervorgebracht sind, die in unserm Geiste liegen, die andere begreift alle Dinge, die durch außer demselben liegende Kräfte entstanden sind.

Unter Natur verstehen wir den ganzen Inbegriff der durch die Sinne erkennbaren Dinge, nebst den in ihnen wirkenden Kräften, welche nicht durch menschliche Thätigkeit hervorgebracht sind.

Die Naturwissenschaften haben sonach als Gegenstand alles sinnlich wahrnehmbare, was einer andern als der menschlichen Kraft entsprungen ist.

Alle Naturdinge stehen in enger Verbindung, welche man, wenn man sie ihrem Wesen nach erkennen will, nicht aufheben kann. Nur indem alle Formen, alle Erscheinungen der Natur in einer zusammenhängenden Betrachtung aufgefaßt werden, erkennt man ihre wechselseitigen Beziehungen.

Der praktische Unterricht in den einzelnen Fächern macht es allerdings nöthig, die einzelnen Doktrinen der Naturwissenschaft zu trennen, und ins spezielle auszuarbeiten, aber die Bedingungen des allgemeinen Verständnisses machen es eben so nöthig, sie in ihren Hauptresultaten wieder zu vereinigen, um auch in der Wissenschaft jenen Konnexus nachzubilden, welcher in der Natur vorhanden ist.

Die allgemeine Naturgeschichte nun wird nicht Physik, Mineralogie, Zoologie rc. lehren, aber sie wird die

richtigen Anschauungen und Wahrheiten, welche durch jene speziellen Naturwissenschaften gewonnen wurden, in ihrer gegenseitigen Verbindung und manigfachen Beziehung darstellen, und so das große Naturleben in der menschlichen Wissenschaft abspiegeln. Ihr Ziel ist die Anschauung des Ganzen im Einzelnen, und des Einzelnen im Ganzen. Sie benützt dankbar die gewonnenen Resultate der Erfahrung und Beobachtung, als Stoffe, mit welchen sie ihr Gebäude aufführt. Sie benützt die Resultate, ohne jedoch in die Prozesse einzugehen, durch welche sie gewonnen werden. Die allgemeine Naturgeschichte stellt weder magnetische Versuche, noch chemische Analysen, noch Sektionen an, aber sie nimmt alle hiedurch gewonnenen und bewährten Wahrheiten auf, um sie zum System und Ganzen zu verbinden.

Man kann die Menschheit gewissermaßen als eine Fortsetzung der Natur betrachten, welche an der Grenze der sinnlichen und übersinnlichen Welt steht, und in der sich beide berühren. Die eigentliche Bedeutung des Menschen, die großen Bewegungen der Menschheit, und ihr Entwicklungsgang werden von dem viel besser begriffen werden, der das Leben und Wesen der Natur erkannt hat. Hiedurch gewinnt die allgemeine Naturgeschichte — abgesehen von ihrer ursprünglichen und eigentlichen Bedeutung — noch eine sekundäre von hoher Wichtigkeit. Sie wird nämlich auch zur Propädeutik der Anthropologie im höchsten Sinn, und ist daher schon in dieser Beziehung ein würdiger Gegenstand für Jeden, der zur Kenntniß der Welt und seiner selbst kommen, und zum höhern Menschen reifen will.

Die allgemeine Naturgeschichte ist daher nicht mehr bloße Realwissenschaft, wie die einzelnen Naturwissenschaften, sondern auch Humanitätswissenschaft. Indem es aber eine ihrer Hauptaufgaben ist, das Bewegende, das Wesen, den Geist in der Natur zu erkennen, welcher allen sinnlichen Erscheinungen zu Grunde liegt, durch die sinnliche Erfahrung aber nicht erkannt werden kann, muß sie außer den sinnlichen auch die geistigen Kräfte des Menschen in Anspruch nehmen. Indem sie daher die Erfahrung zwar benützt, bei derselben

aber nicht stehen bleibt, ist sie nicht mehr bloße Erfahrungswissenschaft, wie jene einzelnen Doktrinen, sondern auch philosophische Wissenschaft.

Eine nähere Begründung dieser Ansicht findet sich in meiner akad. Antrittsrede: „Ueber die höhere Bedeutung der Naturwissenschaften und ihren Standpunkt in unserer Zeit.“ Bern 1835. Jenni, Sohn.

Historischer Ueberblick der Entwicklung der Naturwissenschaften.

Jede Wissenschaft gehorcht dem allgemeinen Gesetz aller Entwicklung, aus einem Einfachen ein Vielfaches, aus einem Unbestimmten ein manigfach Bestimmtes und Gegliedertes zu werden. Alle Wissenschaften erscheinen nur als Zweige eines einzigen Stammes, aus dem sie hervorgewachsen sind, um eigenes Leben zu gewinnen, und Blüthe und Frucht zu tragen.

Die älteste aller Wissenschaften, und Mutter aller übrigen ist die Philosophie. Von ihr als dem Stamme, welcher selbst wieder manigfachen Entwicklungsprozessen unterworfen ist, lösten sich nach und nach alle andern ab: sehr frühe die Mathematik nach der einen, die Medizin und Naturwissenschaft nach der andern Seite. Jeder Hauptast spaltete sich im Verlaufe seines Wachsthums in Nebenzweige, bis endlich der stolze Baum mit seinen Lichtern und Schatten entstand, der in der Erde festwurzelnd, seine Wipfel gegen den Himmel ausbreitet.

Was die Naturwissenschaft betrifft, so ist sie sowohl ihrer Form als ihrem Inhalte nach, ein Produkt der neuen Zeit. Sie vertrug sich weder mit dem rohen Urstande der Völker, noch mit dem Helldunkel und den Visionen des patriarchalischen Zeitalters, und eben so wenig mochte sie in der einerseits der Kunst, andererseits der Politik und philosophischen Spekulation zugewandten griechischen Zeit gedeihen. Was die Römer selbstständig für sie leisteten, ist wenig der Rede werth. Würde man alles, was indisches und ägyptisches, griechisches und römisches Alterthum in den Naturwissenschaften vollbracht haben, der Vernichtung preisgeben, so wäre

der Verlust für die Kulturgeschichte höchst beklagenswerth, aber unsere Systeme würden kaum um eine Wahrheit ärmer, die die neue Zeit nicht besser erkannt hätte.

Es bedarf hiebei nicht der Erläuterung, daß dieses nur für die empirische Naturwissenschaft gelte, welche auf sinnliche Beobachtung und Verstandeskombination gegründet ist. Was die spekulative betrifft, so hat keine Zeit die hohen Ansichten von der Natur, und dem in ihr lebenden Geiste übertroffen, welche in den unsterblichen Lehrgebäuden des Thales, Pythagoras und Plato ausgesprochen sind. Dieselben sind aus der ureigensten, tiefsten Anschauung hervorgegangen, und können nicht nach dem Maßstab der nüchternen Erfahrung gemessen werden.

Das klassische Alterthum steht hehr und edel da in Gesinnungen und Thaten, in Werken der Kunst und Denkkraft. Die ganze neue Zeit schwelgt von den unvergeßlichen Erinnerungen, die es allen Zeiten hinterlassen, und die durch zahlreiche Anklänge in Sprache, Sitte und Gesetz stets neu erweckt werden. Manigfache Elemente aus jenem Leben sind in unseres übergegangen, und unser gesellschaftliches Gebäude ruht zum Theil noch auf den ehernen Pfeilern, welche es gegründet. Wer aber den Alten die Palme in der Naturwissenschaft, in so ferne sie auf Erfahrung und Verstandesthätigkeit gebaut ist, zuwenden möchte, täuscht sich und andere, vielleicht in frommer Scheu, und opfert die Wahrheit, die über allen Zeiten ist, zu Gunsten einer Zeit.

Die Naturwissenschaft ist also eine Frucht der neuen Kultur der Menschheit. Mit ihr wurde gleichsam ein bis jetzt kaum bekanntes Gebiet des Geistes erobert, das von Sinnen, Verstand und Vernunft immer neu bearbeitet, zum Ertrage immer reicherer Früchte geeignet wird.

Es ist nicht zu verkennen, daß ein gewisser Grad von religiöser und politischer Freiheit errungen, die Gluth der Leidenschaften gekühlt, das bis jetzt vorherrschende Gemüth dem Verstande untergeordnet, die Sinne durch manigfache Werkzeuge gestärkt werden mußten, wenn gerade die Naturwissenschaft gedeihen sollte. Diese Bedingungen trafen zuerst,

obwohl anfangs in geringerem Maaße, im 16ten Jahrhundert zusammen, und Europa, die nordwestliche Halbinsel der alten Welt, war bestimmt, im Gegensatz zur alten Naturweisheit des Südostens der neuen Naturwissenschaft Heimath zu sein.

Wie mächtig die neuerfundene Buchdruckerkunst zur Verbreitung alles Wissens gewirkt habe, ist allbekannt. Die Entdeckung des Seeweges nach Ostindien und jene Amerika's schloßen dem Unternehmungsgeiste neue Welten auf, und waren der Anfang einer langen Reihe von Expeditionen, durch welche Gestalt und Verhältniß von Land und Meer dieses Planeten erkannt worden sind. Reisen folgten auf Reisen, bald der Wissenschaft nur den Weg bahnend, bald in ihrem theilweisen oder ausschließlichen Interesse unternommen. Auch auf den Wegen des Handels schritt die Wissenschaft fort. Die Regierungen der Hauptnationen der Erde unterstützten nicht selten Unternehmungen, die sie fördern sollten, oder veranstalteten sie von sich aus mit reichen Mitteln, die oft eben so reiche Erfolge herbeiführten. Aber auch die Hingebung und Aufopferung einzelner für die Wissenschaft begeisterter Menschen errangen häufig nicht minder große Resultate.

Die Beschaffenheit der neuentdeckten Länder, die wunderbaren Produkte, welche die ewig schaffende Natur in der glühenden Zone um den Aequator, wie in den starrenden Gefilden des Nordens in's Dasein gerufen hat, öffneten der Forschung ein unermeßliches Feld. In jenen fernen Gegenden, unter der fremdartigsten Umgebung fand der Mensch auch sich wieder, aber in welch manigfacher Veränderung! und bei aller Veränderung doch wieder so gleich! Hier, unter dem Strahl der senkrechten Sonne mit gefärbter Haut, braun, roth und schwarz in den vielseitigsten Abstufungen, bald wie auf den glücklichen Inseln der Südsee in kindlicher Unschuld am Busen der großen Mutter ruhend, bald wie im mittäglichen Afrika, sich zum Theil mit der Gier des Raubthieres verfolgend und würgend — überall eine Beute schwankender Gefühle, nimmer ruhender Begierden, wechselnd von Haß und Liebe geleitet, auf und nieder schwankend zwischen göttlicher Erhebung und thierischer Erniedrigung.

Mit der vollkommenen Kenntniß der Erde und ihrer Produkte entstanden eine Menge früher kaum geahnter Doktrinen. Die physische Geographie, die Meteorologie, die Geognosie und Geologie u. s. w. nahmen erst dann ihren Anfang, als man ihre Objekte kennen lehrte, um deren Dasein man früher nicht einmal gewußt hatte. Alle früher schon gekannten Zweige der Naturwissenschaft aber nahmen einen für undenkbar gehaltenen Aufschwung. So die Mineralogie, Botanik, Zoologie, die Kenntniß des Baues des Menschen und der Thiere, und ihrer Lebensverrichtungen. Mit den gesteigerten Anfoderungen an die Forschung mußten die menschlichen Sinnesthätigkeiten selbst eine größere Wirkungssphäre erhalten. Waren schon früher an die Stelle der natürlichsten Wage, die der Mensch in seinen beiden Händen besitzt, die künstlichen getreten, so mußten diese eine Feinheit und Vollendung erhalten, die sie zur Anzeige der kleinsten Gewichtsverschiedenheit befähigten. Die raumdurchdringende Kraft auch des schärfsten Menschenauges ist nur für die Erde gebildet, und viel zu schwach, die Räume des Universums oder das Gefüge der kleinsten Körper zu durchdringen; es erhielt im Fernrohr und im Mikroskop gleichsam Hebel, die seine Kraft verhundertfachten. Im Chronometer ward das Instrument erfunden, um die „Flügelschläge der Zeit“ zu messen. Die Kalorimeter, Elektrisirmaschinen, galvanischen, magnetischen, Lichtpolarisirungsapparate u. s. w. führten uns zum Verständniß, wenn auch nicht des Wesens, doch der Wirkungsweise jener wunderbaren imponderablen Wesen, die gleichsam an der Grenze zwischen Körper- und Geisterwelt stehen, der Wärme und des Lichtes, der Elektrizität und des Magnetismus. Durch solche Erweiterung, Verfeinerung, Erhöhung seiner sinnlichen Vermögen erkannte der Mensch nicht nur die gewaltigen Verhältnisse der Natur in Maße und Raum, die Unendlichkeit des Weltalls in Ausdehnung und Zahl der Welten, sondern er drang spaltend und zertheilend bis in die kleinsten Moleküle dieser Körperwelt ein, wo die Begriffe von Geist und Materie zusammenzufallen *scheinen*, wo in den Atomen die eine in den andern übergehen will, — hier aber, im

unendlich kleinen, wie dort, im unermeßlich großen hat er vergeblich nach einem Ende gesucht.

Was die Naturwissenschaften betrifft, welche sich mit der sogenannten unorganischen Natur beschäftigen, so hat in ihnen schon seit langer Zeit die mathematische Richtung überwogen. Den Spekulationen der jonischen, und zum Theil der attischen Schule war schon die alexandrinische entgegengetreten. War in der jonischen Schule die Richtung nach dem Unendlichen vorherrschend, strebte sie den Geist zu erkennen, wie er im All und seinen Dingen hervortritt, so überwog in der alexandrinischen Schule die nüchterne, Schritt vor Schritt vorschreitende Beobachtung. Beide verhalten sich zu einander wie Metaphysik zu Physik, wie Vernunft zu Verstand, wie Poesie zu Prosa. Die Richtung der alexandrinischen Schule ist bis auf den heutigen Tag die herrschende geblieben.

Man kann nicht läugnen, daß mit dem Anfang dieses Jahrhunderts eine geistreichere Behandlung jener Naturwissenschaften begann, welche sich mit der ausschließlich sogenannten organischen Natur befassen. Die Linné'sche Schule hatte allerdings durch den Geist strenger Systematik Ordnung und Uebersicht in die vorher verwirrende Masse der Naturdinge gebracht. Das Prinzip, welches sie beseelte, war Unterordnung des Einzelnen unter das Umfassende, und Herstellung eines nach aufsteigenden Kategorieen Gegliederten. Wie die Spezies der Inbegriff der Individuen ist, so sollte das Genus die Spezies, die Ordnung die Genera, die Klasse die Ordnungen, das Reich als oberster Begriff die Klassen umschliessen. Allenthalben wurden aber die einzelnen Dinge nicht nach ihrer universellen Bedeutung, sondern nur nach jenen Charakteren gewürdigt, welche als bestimmende, oft mit entschiedener Willkühr aufgestellt wurden. Die unausbleibliche Folge eines solchen Verfahrens war häufig Trennung des Verwandten, weil es in jenen einzelnen Charakteren abwich, und Zusammengesellen des Verschiedenen, wenn es in denselben übereinstimmte.

Man würde übrigens jenem unsterblichen Naturforscher hohes Unrecht thun, wenn man ihm zum Tadel rechnen wollte,

was bei reiferer Betrachtung als eine nothwendige Durchgangsstufe der Wissenschaft selbst erscheint. Ich möchte Linné mit einem gewaltigen Autokraten vergleichen, welcher bei einem vorher rohen und gesetzlosen Volke die ersten Grundlagen einer Staatsform legt, auf welchen sich ein besserer Zustand entwickeln soll. Hier gilt es, mit Kraft und Konsequenz das einmal beschlossene durchzuführen, das Einzelne dem Ganzen zu opfern, Ausnahmen nicht oder nur höchst selten zu gestatten, — alles nur nach den Massen, nicht nach den Individuen zu würdigen, und das Ganze einer hierarchisch gegliederten Regierungsmaschine unterzuordnen. — Kommen aber einmal die Geister zum Bewußtsein, erkennt jeder nicht bloß seine Pflichten, sondern auch seine Rechte, erwacht in ihnen das individuelle Selbstgefühl, so muß das Individuum in seiner Eigenthümlichkeit gewürdigt, der Widerspruch gestattet, Modifikationen vorgenommen, und der Gehorsam nicht bloß durch Gewalt erzwungen, sondern durch Ueberzeugung gewonnen werden.

Was im menschlichen Staate die Individuen, das sind in der Natur die einzelnen Formen und Beschaffenheiten. Auch die Konformation der Natur gestattet, dieselben in immer höhere Kategorieen zu sammeln, und in der Naturwissenschaft ein Gebäude zu errichten, welches dem menschlichen Staate ähnlich ist. Hiebei muß jedoch nie vergessen werden, daß jede einzelne Naturform nicht bloß ein Theil eines Ganzen, sondern ein für sich bestehendes ist, welches nach seiner Spezialität gewürdigt werden soll. Hiezu ist nöthig, Jedes nicht bloß nach einzelnen Merkmalen, sondern nach seiner universellen Beschaffenheit zu betrachten. Darin liegt die Grundverschiedenheit der Linné'schen und neuern Schule, des Linné'schen und sogenannten natürlichen Systems.

Die Naturforschung schreitet offenbar in Klarheit und Präzision der Darstellung ungemein vorwärts. Man begnügt sich nicht mehr mit rohen Umrissen, mit oberflächlichen Schilderungen, sondern verlangt fein ausgearbeitete Bilder, genaue Beschreibungen. In den Verhältnissen, welche die Zeit und Zahl, das Maaß und Gewicht betreffen, will man Angabe

der kleinsten Differenzen. Man strebt alles in mathematische Formeln zu bringen, oder doch in Zahlen auszudrücken. *) In der Natur ist nichts oder alles groß und klein; und durch unvorgesehene Reihen von Folgerungen führten oft kleine Irrthümer zu großen, so wie gering geachtete Wahrheiten zur Erkenntniß größerer. Es wäre daher sehr verfehlt, jenen Gang unserer Zeit, alles in Zahl, Maß und Gewicht fassen zu wollen, zu tadeln. Jedoch jene ungeheuere Verirrung muß man tadeln, welche da wähnt, mit Scheere, Wage und Ellenstab den Geist fassen zu wollen, welcher in den Dingen lebt: jene beschränkten Köpfe muß man bedauern, die, mit Scheelsucht auf jede höhere Bestrebung blicken, und getreu einer allmälig wieder flacher werdenden Zeit, so viel in ihren Kräften liegt, jeden Glauben an höhere, nur dem Geiste zugängliche Wahrheiten, zu Gunsten eines hohlen Materialismus zu zerstören suchen. Je beschränkter Ansichten dieser Art sind, desto ausschließlicher treten sie auf, woran sie Jeder erkennen kann. Man kann indeß mit Gewißheit hoffen, daß wenn auch diese einseitige Richtung durchlaufen ist, man endlich erkennen

*) Ein charakteristischer Ausdruck dieser Richtung ist Babbage's Aufruf. 1833 las Babbage in der brittischen Association für den Fortschritt der Wissenschaften, einen „Aufruf an die großen Akademieen Europas, zur Verfassung einer Art wissenschaftlicher Encyklopädie in Zahlen" vor. Er will sie „die bestimmten Verhältnisse (les Constantes) in Natur und Kunst" nennen, und sie soll alle Thatsachen enthalten, die man in den verschiedenen Wissenschaften und Künsten in Zahlen ausdrücken kann. So in der Astronomie die konstanten Größen des Planetensystems, Entfernungen, Umlaufszeit, Neigung der Bahn, Schwere auf jedem Planeten rc.; in der Chemie die Atomengewichte der Körper, Proportion der Elemente der verschiedenen zusammengesetzten Körper, der Säuren mit ihren Basen, Metalle mit dem Sauerstoff rc. Die Zahl der bekannten Thiere, Pflanzen der verschiedenen Klassen, mit Angabe der fossilen und lebenden, — Geschwindigkeit der verschiedenen Körper, Längen der Flüsse und Quantitäten ihrer Wasser, — Bevölkerung, Ausdehnung, Einkünfte der Staaten und Städte — Höhe und Raumbedeckung aller Gebäude, Tempel, Kirchen, Pyramiden, Thürme, Säulen, — Maaße und Gewichte, — Zahl der Bücher in den verschiedenen Bibliotheken rc. Das Werk soll alle 6 Jahre revidirt werden. Man würde dadurch unendlich viel Nachschlagen und Zeit ersparen. — Für diesen Vorschlag hat sich die brittische Association interessirt, und eine bedeutende Summe hiefür bewilliget.

werde, daß wie der Mensch und die Natur selbst, so auch die Wissenschaft aus Geist und Materie bestehen müsse, und daß weder sinnliche Empirie, noch Spekulation allein ihr Wesen zu erschöpfen vermögen. Man wird erkennen, daß die zwei in der Natur gegründeten Richtungen des Realismus und Idealismus einer höhern Synthesis bedürfen, in welcher beide aufgehen. Man wird erkennen, daß bei allem Suchen und Forschen im Einzelnen ohne den Geist, der die zerrissenen Glieder eint und belebt, ewig nur todtes Stückwerk gewonnen werde. Auch die „alexandrinische Schule" wird ihre weite Bahn vollenden, und nachdem sie alle Punkte ihrer Peripherie durchlaufen hat, ohne Ruhe und Einheit zu finden, zum Mittelpunkte der Einheit zurückkehren, von der alle Vielheit stammt.

Von der Ansicht ausgehend, daß alles Gewordene nur verstanden werden könne, wenn es nach seinem Entstehungsprozeß betrachtet wird, daß die ganze Gegenwart nur aus der Vergangenheit begreiflich sei, geben wir im folgenden die Hauptumrisse der historischen Entwicklung der vorzüglichsten einzelnen Zweige der Naturwissenschaft.

Literatur: Es existirt kein Werk, welches die Geschichte aller Naturwissenschaften nach ihrer Entwicklung aus einander, und ihren gegenseitigen Verhältnissen darstellte; Werke indeß, welche mehrere zugleich behandeln, sind z. B. Histoire des progrès de l'esprit humain dans les sciences naturelles etc. par Savérien. Paris 1775. 8. — Montucla, histoire des mathematiques. 4 vol. 4. Paris, an 7. — Histoire des progrès des sciences naturelles, depuis 1789 jusqu'a ce jour par M. le Baron G. Cuvier. 4. vol. 8. Paris, Roret et Pourrat frères, 1834. Die spezielle historische Literatur wird bei jeder einzelnen Wissenschaft aufgeführt.

Wir beginnen mit Physik und Chemie, als den Wissenschaften, welche sich mit der Materie, ihren Kräften, Verschiedenheiten und Eigenschaften überhaupt befassen, und daher den materiellen Grund und Boden aller übrigen bilden.

A. Physik.

Lit. Geschichte der Naturlehre von F. Murhard, 1r Bd. 1ste und 2te Hälfte. Göttingen 1798. 8. — Geschichte der Physik seit der Wiederherstellung der Künste und Wissenschaften bis auf die neuesten Zeiten, von J. C. Fischer. 1—8 Bd. Göttingen 1801—8. 8. — Histoire philosophique des progrès de

la Physique, par A. Libes. tom. 1—4. Paris 1810—13. 8. — Ritzner's und Sieber's Leben und Lehrmeinungen berühmter Physiker. 3 Hefte. Sulzbach 1820—21. — Berzelius, Jahresberichte über die Fortschritte der physischen Wissenschaften. Deutsch von Wöhler. Tübingen. — Fechner's Repertorium d. Ph. (Enthält die Entdeckungen seit 1829.)

Ohne Zweifel besaßen schon die Aegypter, Chaldäer, Phönizier physikalische Kenntnisse. Bei den Griechen waren sie noch lange mit Allegorie und Fabel vermengt. Thales, geb. 640 oder 639 v. Chr., gest. gegen die 58te Olympiade in 90jährigem Alter, trennte sie zuerst von diesen, suchte den ersten Grund aller Wirkung in der Natur zu entdecken, und aus ihm vorzüglich die Bewegung der Weltkörper zu bestimmen. Bei Pythagoras spielen die Monaden (ideellen Einheiten) als Grundursachen aller körperlichen Erscheinungen eine Hauptrolle. In Leucipp's und Demokrit's Theorieen sind die ersten Keime aller spätern atomistischen Ansichten gegeben. Die Physik der Griechen war vorherrschend spekulativer Natur, doch wurde, namentlich von Hippokrates, Aristoteles, Theophrast, die Beobachtung nicht ganz vernachläßigt. Die Römer fügten der Wissenschaft nichts bei, doch kommen bei Lukrez, L. Seneka und besonders dem ältern Plinius manche physikalischen Erfahrungen und Ansichten vor. Im Mittelalter versank die Physik mit den andern Wissenschaften in tiefen Schlaf; was die Araber während dieser Zeit leisteten, ist unbedeutend. Erst mit Bako von Verulam (geb. 1561, gest. 1626), welcher der Einseitigkeit der Spekulation entgegentrat, erschien ihre Morgenröthe. Die letzten Jahre des 16ten und ersten Jahrzehente des 17ten Jahrhunderts sind durch eine Reihe glänzender Endeckungen ausgezeichnet. So entdeckte Galilei die wahren Gesetze des Falls und der Pendelschwingungen, Torricelli erfand das Barometer, Kepler entdeckte die Gesetze der himmlischen Bewegungen, und begründete durch Anwendung der Geometrie die Optik, Otto von Guericke erfand die Luftpumpe, Cartesius stürzte die schon sehr erschütterte Physik des Aristoteles und der Scholastiker völlig nieder, und führte auf ihren Trümmern ein neues Gebäude auf, welches er auf eine festere metaphysische Basis zu gründen suchte. Während dem wurde durch die Experimente der Engländer Boyle und Hooke, der Italiener Borelli und Grimaldi, der Franzosen Paskal, Mariotte und Picard manche neue Wahrheit gefunden. In das 17te Jahrhundert fällt auch die Gründung mehrerer großen wissenschaftlichen Vereine, Akademieen. So entstanden gegen die Mitte desselben zu London die Royal Society, zu Paris die

Academie des sciences, zu Florenz die Academia del cimento. Viele ihrer Mitglieder arbeiteten thätig am Forschritte der Physik, so z. B. Wallis, Wren, Engländer, und wie der Niederländer Huyghens erste Mitglieder der Royal Society. — Mit Newton (geb. 25. Dez. 1642 zu Woolsthorpe in Linkolnshire, gest. den 20. März 1727 zu London) begann eine neue Epoche der Physik. Abgesehen von seinen außerordentlichen Entdeckungen in der Mathematik, die manigfach fördernd auf die Physik einwirkten, hat N. das Gesetz der Schwere entdeckt, zuerst das Licht analysirt, Beobachtungen über die Temperatur angestellt. Als Begründer der neuern Naturlehre erscheint er vorzüglich in seinen Philosophiae naturalis principiis mathematicis, deren 2te, noch von ihm besorgte Auflage 1713 erschien. (Vergl. Brewster, Sir J. Newton's Leben ꝛc. Uebers. von Goldberg. Leipzig 1835.) — Nach Newton, (im 18ten und 19ten Jahrhundert) wurden die physikalischen Instrumente theils vielfach verbessert, so die Thermometer, Barometer, Elektrisirmaschinen, theils neu entdeckt, wie die galvanische Säule, die Lichtpolarisirungsapparate, die magnetischen Deklinatorien und Inklinatorien u. s. w., durch welche theils schon früher bekannte Potenzen, wie Licht, Elektrizität, und deren Zusammenhang mit dem Magnetismus in größerem Umfang erkannt, theils neue Kräfte oder neue Modifikationen schon bekannter, wie z. B. der Galvanismus gefunden und entwickelt wurden. — Zu den hervorragendsten Physikern des 18ten Jahrhunderts gehören Wilh. Herschel, der große Astronom, Entdecker der verschiedenen Wärmekraft der Strahlen des zerlegten weißen Sonnenlichtes, Franklin (gest. 1790), John Priestley (gest. 1804), Joh. Black (gest. 1799), Galvani (gest. 1788), Entdecker der galvanischen Elektrizität, welche Volta durch die von ihm erfundene Säule verstärken lehrte; Lichtenberg (gest. 1799), Richter (gest. 1808). — Die Physik des 19ten Jahrhunderts ist eine wesentlich experimentelle geworden. Zugleich strebt sie alle Erscheinungen unter mathematische Bestimmungen zu fassen, und durch Formeln auszudrücken, so wie andererseits allgemeine mathematische Gesetze a priori aufzustellen, und sie dann durch Experimente zu prüfen. Dieselbe hat dadurch allerdings in Klarheit und Präzision des Ausdrucks gewonnen: da aber die Mathematik nur die Wissenschaft der Größen und Verhältnisse ist, so konnte auf diesem Weg eigentlich doch nirgends eine Einsicht in das eigentliche Wesen der Dinge selbst erreicht werden. Frühere Versuche, (so von Ritter) die Physik naturphilosophisch zu begründen, sind allerdings nicht vollkommen gelungen, und scheinen deßhalb zu sehr von dieser Bahn abge-

schreckt zu haben. Freilich ist das mechanische Verfahren leichter und scheinbar fruchtbringender. — England, Frankreich und Deutschland stehen wie überall, so auch in der Physik, am höchsten. Unter so vielen berühmten Namen der neuern und neuesten Zeit vergönnt der Raum nur folgende zu nennen: England: Airy, Barlow, Brewster, Faraday, Herschel, Ritchie, Sabine, Wheatstone; Frankreich: Laplace, Fourier, Fresnel, Poisson, Cauchy, Ampère, Navier, Arago, Becquerel, Biot, Gay-Lussac, Pouillet; Deutschland: Baumgartner, Bessel, Brandes, Döbereiner, beide Erman, Fechner, Gauß, Kämtz, Kastner, Mitscherlich, Munke, Schweigger, Poggendorff, Seebeck; Niederlande: Beck, Mons, Quetelet; Schweiz: Brunner, Flauguerges, de la Rive, Saußüre; Italien: Melloni, Matteucci; Dänemark, Rußland, Schweden: Hansteen, Kupfer, Parrot, Rudberg, Hallström; Nordamerika: Bartlett, Sillimann; Ostindien: Prinsep. — 1832 wurde in der magnetischen Elektrizität durch Faraday ein neues Gebiet der Physik entdeckt. Vor allen gewannen in neuester Zeit die Lehre vom Schall, vom Lichte, Galvanismus und Magnetismus. Die mechanische Physik erhielt durch die mathematischen Arbeiten Poisson's und Cauchy's eine ganz neue Begründung. Schweigger erfand den elektro-magnetischen Multiplikator. Ohm stellte für den Galvanismus mathematische Gesetze auf. Becquerel bildete auf galvanischem Wege mehrere krystallisirte, chemische Verbindungen. Runge beobachtete eigenthümliche elektro-chemische Bewegungen von Flüssigkeiten; Nobili merkwürdige Farbenfiguren. Gauß führte die Intensität des Erdmagnetismus auf ein absolutes Maß zurück. Das Licht wurde vorzüglich von Fresnel, Herschel II. und Brewster neu bearbeitet; die Wärme von Munke und franz. Physikern.

Die wichtigsten speziellen Zeitschriften für Physik sind: Poggendorff's Annalen für Chemie und Physik; Schweigger-Seidel's Jahrb. d. Ph. und Chemie; Annales de chimie et de physique par Gay-Lussac et Arago; Baumgartner's und Ettinghausen's Zeitschrift für Ph. und Mathem.

Von Lehrbüchern und Systemen genüge es zu nennen:

Biot's Lehrb. d. Ph., deutsch bearbeitet v. Fechner, 5 Bde. Leipz. 1829—30, und Baumgartner's Naturlehre nach ihrem gegenwärtigen Zustand, mit Rücksicht auf mathem. Begründung. 5te Aufl. Wien 1836. Mit einem Supplementband. Das umfassendste neuere Werk für Physik ist die von Brandes, Gmelin, Horner, Munke, Pfaff, und jetzt auch Littrow bearbeitete neue Ausgabe des „Gehler'schen physikalischen Wörterbuches.“

Als eigene Wissenschaft hat sich in neuester Zeit von der Physik losgerissen die Meteorologie. Eine treffliche Darstellung ihres jetzigen Verhältnisses giebt der „Abriß einer Geschichte der neuern Fortschritte und des gegenwärtigen Zustandes der Meteorologie“ von James Forbes. Aus dem Engl. übersetzt und ergänzt von W. Mahlmann, mit 3 Tafeln. Berlin 1836.

B. Chemie.

Lit. Geschichte der Chemie seit dem Wiederaufleben der Wissenschaften bis an das Ende des 18ten Jahrhunderts, von J. F. Gmelin. 1—3r Bd. Göttingen 1797—9. 8. — Jahresberichte über die Fortschritte der phys. Wissenschaften von Berzelius, übersetzt von Wöhler. — Repertorium der neuern Entdeckungen in der Chemie von Fechner.

Die meisten chemischen Kenntnisse unter den Völkern des Alterthums hatten ohne Zweifel die Aegypter, welche mehrere Salze und Alkalien, Ziegel, Töpferwaare, Schmelz, Metalle und Metallgemische, Arzneimittel, Farben, Bier, Essig, Seife darstellen, und Leichen vor Verwesung bewahren konnten. Die Chinesen hatten mit ihnen mehrere dieser Kenntnisse gemein, verstehen aber seit uralter Zeit auch den Schwefel, Salpeter, Borax, Alaun, Grünspan zu bereiten, und Papier, Porzellan, Schießpulver zu verfertigen. — Von den Aegyptern lernten Juden und Griechen. Von Anaximander rührt die Aufstellung der sogenannten 4 Elemente her. Aristoteles u. a. nahmen an, die Materie sei identisch und erscheine nur wegen verschiedener Form der kleinsten Theile verschieden. Mit dem Umsturz des Reiches der Römer, welche zur Vervollkommnung der Chemie nichts beigetragen hatten, trat in der europäischen Welt Barbarei ein. — Während dem blühten die Wissenschaften im 7ten bis 12ten Jahrhundert bei den Arabern. Sie wußten Arzneien zu bereiten und suchten mittelst des „Steins der Weisen“ unedle Metalle in edle zu verwandeln. Durch diese Bemühung entstand die Alchemie. Geber kannte im 8ten Jahrhundert die Schwefelmilch, Salpetersäure, Goldauflösung, das Königswasser, das rothe Quecksilberoxyd und das Quecksilbersublimat, den Silbersalpeter ꝛc. Abulkasis im 12ten Jahrhundert die Branntweinblase und das Destilliren. Alkohol, Aludel, Alkali sind noch arabische Benennungen. — Die Kreuzzüge brachten die Kenntnisse der Araber nach Europa, wo namentlich vom 13ten bis 17ten Jahrhundert die Alchemie gepflegt wurde. So fruchtlos die Bemühungen waren, unedle Metalle in edle zu verwandeln, so führten sie doch gelegentlich zur Entdeckung mancher Wahrheiten. Berühmt unter den

Alchemisten dieser Zeit waren: Arnold de Villa nova, Raimund Lullius, Basilius Valentinus, welcher das Ammoniak, und viele Spießglanzverbindungen entdeckte, Parazelsus, welcher zuerst Chemie öffentlich lehrte, und Quecksilberpräparate als Arzneimittel einführte, van Helmont, welcher zuerst Luftarten unter dem Namen Gase unterschied, und Libavius. — Den Alchemisten entgegen standen Roger Bacon, Albertus M. Kircher, Konring, Guibert, Gaßendi, Kepler, Georg Agrikola, Lazar. Erker u. a., theils durch Aufdeckung ihrer Betrügereien, theils durch wissenschaftliche Leistungen und wahre Beobachtung. — In der 2te Hälfte des 17ten Jahrhunderts entdeckten Glauber mehrere Salze, Brandt und Kunkel den Phosphor, letzterer auch die Salpeternaphta und mehrere Glasflüsse, Nik. Lemery die künstlichen Vulkane, Homberg die Boraxsäure und den Alaunpyrophor. In diese Zeit fallen auch Newtons, Torricellis, Boyles, Guerikes große physikalische Entdeckungen, welche fördernd auf die Chemie rückwirkten. Sie war jedoch immer nur noch ein Aggregat von Thatsachen. Das erste System stellte Georg Ernst Stahl im Anfang des 18ten Jahrhunderts auf. Er nahm in jedem brennbaren Körper das gleiche Prinzip der Brennbarkeit, das Phlogiston an, (daher phlogistisches System) dessen Entweichen beim Erhitzen die Erscheinungen der Verbrennung erzeuge, und das verbrannte Körper wieder brennbar mache, wenn es mit ihnen verbunden würde. — Von dem ältern Geoffroy wurde 1718 die erste Verwandtschaftstafel geliefert. Boerhaave machte in einem 1732 erschienenen Werke viele Versuche über Licht, Wärme 2c. bekannt, Hales 1724 und Black 1756 experimentirten viel mit Luftarten, und letzterer unterschied zuerst das kohlensaure Gas. Marggraf fügte 1754—9 den bis dahin allein bekannten Kiesel- und Kalkerden Bitter- und Alaunerde bei, bereitete aus inländischen Pflanzen Zucker, und fand im Harn die phosphorsauren Salze. Einen vorher nie gekannten Aufschwung nahm jedoch die Chemie von Cavendish, Priestley, Scheele an. Eine glänzende Reihe von 1773—86 gemachten Entdeckungen verdankt man besonders Scheele: so das Chlor, den Baryt, das Mangan, 10 Mineral- und Pflanzensäuren, die Phosphorsäure in den Knochen, scharfsinnige Versuche und Ansichten über Licht, Wärme und Verbrennung. Gleich nach Priestley entdeckte er auch das Sauerstoffgas. Bergmann bildete unter Anderem die Affinitätslehre weiter aus. Cavendish (1765—85) unterschied zuerst das Wasserstoffgas, ergründete die Bildung der Kohlensäure beim Verbrennen der Kohle, die Zusammensetzung des Wassers und der Salpetersäure. Priestley entdeckte von

1770 an das Sauerstoffgas, dessen Entwicklung aus grünen Pflanzentheilen er beobachtete, und außer ihm noch 6 andere Gase. Mit Lavoisier, (geb. 1743, gest. 1794) beginnt eine neue Epoche der Chemie. Er trat gegen das Phlogiston Stahls auf, zeigte, daß beim Verbrennen vieler Körper, z. B. der Metalle, nicht Abnahme, sondern Zunahme des Gewichtes stattfinde, daß letztere dem Gewichte des von den verbrennenden Körpern verschluckten Sauerstoffgases gleich sei, und daß bei Verwandlung eines verbrannten Körpers in einen brennbaren Gewichtsabnahme stattfinde, ungeachtet des angeblich zutretenden Phlogistons. Mit Verwerfung desselben (daher sein System das antiphlogistische heißt) betrachtete er die Verbrennung als eine von Feuerentwicklung begleitete Verbindung eines brennbaren Körpers mit Sauerstoff, und erklärte die Verwandlung eines verbrannten Körpers in einen brennbaren durch Abscheidung des Sauerstoffs. Außerdem entdeckte er, daß Diamant Kohlenstoff sei, daß eine gewisse Verbindung des Sauerstoffs mit Kohlenstoff Kohlensäure gebe, daß glühendes Eisen das Wasser zersetze und vieles andere. — Lavoisiers neues System erweckte den Eifer seiner Anhänger, wie seiner Gegner. Berthollet trat ihm zuerst bei (1785), und vervollkommte besonders die Affinitätslehre. Guyton-Morveau stellte 1787 eine sehr vollkommene Nomenklatur des neuen Systems auf. — Fourcroy und Vauquelin untersuchten zuerst die organischen Substanzen genauer. Vauquelin entdeckte ausserdem das Chrom, die Glycinerde und viele Pflanzenstoffe: Klaproth die Zirkonerde, das Titan, Uran, Tellur. Richter ist Gründer der Stöchiometrie. Proust trat gegen Berthollet's Affinitätslehre auf, und erforschte die Verhältnisse mancher Metalle. Tennant entdeckte das Osmium und Iridium und schied zuerst aus der Kohlensäure die Kohle ab. Wollaston fand das Palladium und Rhodium. — Durch die Wirkung der Voltaischen Säule bestätigte man aufs neue Lavoisiers Lehre von der Zusammengesetztheit des Wassers. Humphry Davy gelang es 1807 durch sie, die Alkalien und Erden in eigene Metalle und Sauerstoff zu zerlegen. Ausserdem untersuchte er aufs neue die galvanische Elektrizität, die Flamme und die Chlorverbindungen. Gay-Lussac und Thenard analysirten zuerst nicht verdampfbare organische Stoffe, und untersuchten gleichzeitig mit Davy die Metalle der Alkalien und die Verbindungen des Chlors. Courtois entdeckte das Jod, das Gay-Lussac weiter kennen lehrte, welcher letztere ausserdem noch das Cyan entdeckte, die Wärmelehre bereicherte, die Verbiudungen der elastischen Fluida nach einfachen Maaßverhältnissen fand. — Berzelius bestätigte

durch höchst genaue Bestimmung der Atomengewichte, die er fast bei allen einfachen Stoffen auffand, Richter's stöchiometrische Lehre, stellte das elektrochemische System auf, zerlegte ungemein viele Mineralkörper, entdeckte das Cerium, Selen und zum Theil das Lithion. Richter's Lehre wurde gleichzeitig auch von Dalton entwickelt, dem ausserdem die Wärmelehre viel verdankt. — Man kann sagen, daß die Chemie im 19ten Jahrhundert mehr Fortschritte gemacht hat, als in allen vorhergehenden zusammengenommen. Ihr Gebiet ist gewissermaßen zugänglicher als das der Physik, zu deren Förderung bedeutende mathematische Kenntnisse jetzt unerläßlich sind. Am höchsten stehen in der Chemie Deutschland, Frankreich, und durch des einzigen Berzelius (geb. 1779) ungeheuere Thätigkeit Schweden. Es folgen nur einige der berühmteren Namen ausser den schon genannten; Deutschland: Döbereiner, Gmelin, Mitscherlich, Rose, Strohmeyer, Fuchs, Hermbstädt, Lampadius, Karsten, Trommsdorff, Buchner, Liebig; Frankreich: Braconnot, Chevreul, Dumas, Laugier, Pelletier, Thenard, Orfila, Raspail; England: J. Davy, Faraday, Phillips, Turner, Ure; Schweiz: Brunner, Marcet; Rußland: Bonnsdorff; Amerika: Boußingault, Hare. — Die Klassifikation und Nomenklatur der chemischen Verbindungen wurde neuerdings durch Berzelius festgestellt, welcher der Benennung Salz neue Ausdehnung und Bedeutung gab, und die verschiedenen Verbindungsgrade benannte. — Es wurden die von Berzelius sogenannten isomerischen Körper entdeckt, welche bei gleicher chemischer Zusammensetzung doch verschiedene chemische und physische Eigenschaften zeigen, wie z. B. Phosphor- und Pyro-Phosphorsäure, Wein- und Traubensäure, knallsaures und cyansaures Silber ꝛc. — 1826 entdeckte Balard das Brom, und seitdem wurden noch die zwei einfachen Stoffe, Vanadium und Thorium erkannt. Ausserdem fand man große Reihen neuer salzartiger Verbindungen; so Berzelius die Schwefel-, Selen- und Tellursalze; Bonnsdorff die Chlorquecksilber- Chlorpalladium- Chlorplatinsalze; Zeise die sogenannten entzündlichen Platinsalze; Rose und Persoz die Verbindungen wasserfreier Oxyde und Chlormetalle mit Ammoniak und Phosphorwasserstoffgas. Berzelius untersuchte aufs Neue die im Platinerz vorkommenden Metalle. — Die meisten neuen eigenthümlichen Substanzen wurden im Gebiete der organischen Chemie entdeckt, ohne daß jedoch dieselbe bis jetzt die Sicherheit und Bestimmtheit der unorganischen erreicht hätte.

Von chemischen Zeitschriften sind vorzüglich zu nennen: Einmal fast alle bei der Physik angeführten, dann Kastner's

Archiv für Chemie und Meteorologie, Erdmann's Journal, Karsten's neues Archiv, Dingler's polytechnisches Journal, die pharmazeutischen Journale von Buchner, Trommsdorff, Brandes, Geiger, Liebig, Lindes; die Pharmaz. Zeitung des Apothekervereins im nördlichen Deutschland; die Annales des mines, de l'industrie, Journal de pharmacie, Journ. de chim. medicale; die Kongl. Vetenskaps-Acad. Handlingar; die Jern Contorets Annaler; the philosophical Magazine and Annals of philosophy by Taylor and Phillips und einige andere allgemein wissenschaftliche Zeitschriften.

Von chem. Lehrbüchern genüge es hier zu nennen: Handb. der theor. Chemie, von Gmelin, 2 Bde. in 2 Abth. 3te Aufl. 1829.; Handb. der allgem. und technisch. Chemie von Meißner, 5 Bde., vollendet 1831; Lehrb. der theor. und prakt. Chemie von Thenard, übersetzt von Fechner, 6 Bde. 1825—28. Lehrb. der Chemie von Berzelius, aus dem Schwed. übersetzt von Wöhler, 4 Bde. 1825—31. Dann die Lehrbücher der Chemie von Dumas, Geiger, Rose, Mitscherlich ꝛc.

C. Astronomie.

Lit. Montucla Hist. de mathematiques. 4 vol. 4. Par. an VII. — Delambre, Hist. de l'Astron. ancienne. Par. 1817. 2 vol. 4. Id. hist. de l'Astr. du moyen age. Paris 1819. 1 vol. 4. Id. hist. de l'Astr. moderne. Paris 1821. 2 vol. 4. — Untersuchungen über die Ursprünglichkeit und Alterthümlichkeit der Sternkunde unter den Chinesen und Indiern, und über den Einfluß der Griechen auf ihre Bildung, von Stuhr. Berlin 1831. — Lalande, Bibliographie astronomique, avec l'hist. de l'astron. depuis 1781—1802 etc. Par. 1803. 4.

Man kann die Geschichte der A. in 3 Perioden theilen. Die erste beginnt von ihrem Ursprung, und endet vor Kopernikus, obwohl die Astronomie dieser Periode ihre Vollendung schon mit Ptolemäus erhielt; die zweite beginnt mit der Erkennung der wahren Beschaffenheit des Sonnensystems durch Kopernikus; die dritte mit der Erkenntniß des Gesetzes der Schwere durch Newton. Ich möchte sagen, in der ersten sei der Schein (durch Ptolemäus) in ein System gebracht, in der zweiten die Wahrheit gefunden, und in der dritten ihr mechanischer Grund erkannt worden.

Erste Periode. Vom Ursprunge der Astronomie und ihrer Ausbildung durch Ptolemäus bis auf Kopernikus.

Der Ursprung der A., dieser ältesten Naturwissenschaft, verliert sich in das Dunkel der grauen Vorzeit. Der Nomade Asiens war schon auf die Betrachtung des Sternenhimmels angewisen,

um sich in den weiten Steppen zu orientiren, noch mehr der Seefahrer. Besonders auffallend schon in der nämlichen Nacht mußte der Auf- und Untergang der Gestirne auf die ersten Beobachter wirken. Wenige Nächte reichten hin, um die Wiederkehr dieser Erscheinung zu erkennen. Wenige Wochen waren genug, die auffallenden Lichtgestalten des Mondes bei einem einmaligen Umlauf desselben um die Erde zu zeigen. Die tägliche und jährliche Aenderung des Schattens eines Baumes müßte leicht darauf führen, statt seiner, einen Körper auf flacher Ebene aufzurichten, welcher, wie eine Stange oder Säule, einen regelmäßigern Schatten warf, um aus der Länge desselben die Höhe der Sonne über dem Horizont abzuleiten. So entstand der Gnomon, das schon in den frühesten Zeiten gebrauchte astr. Instrument, aus welchem man die Abtheilungen des Tages, die Länge des Jahres und der Jahreszeiten, die Schiefe der Ekliptik und die Polhöhen der verschiedenen Beobachtungsorte kennen lernte. — Nach Montucla sollen die Chinesen schon 2460 v. Chr. eine Konjunktion von 5 Planeten, und 2155 vor Ch. eine Sonnenfinsterniß beobachtet haben. Schon 3000 v. Ch. sei Kaiser Fo-hi als Beschützer der Astronomie (einer Religions- und Staatssache in China) verehrt worden. Kaiser Ho-ang-ti, 2700 v. Ch., soll das berühmte (im Anfang des 17ten Jahrh. von den Jesuiten übernommene) Tribunal der Astronomie und Geschichte gegründet haben. Unter ihm zeichnete sich der Astronom Yu-schi aus. 2513 v. Ch. soll Schue-ni wegen seiner Tugenden und tiefen Kenntnisse in der Astronomie zum Kaiser erhoben worden sein. Unter Kaiser Yao, 2360 v. Ch., wurde das bürgerliche Jahr auf 365¼ Tag festgesetzt. Unter Schingu, 1300 v. Ch., kannten die Chinesen bereits die Magnetnadel, und besassen Sternkarten. Der Jesuit Ganbil berichtet uns aus einem alten chinesischen Manuscript, daß der Kaiser Tschu-Kong, 1100 v. Ch., die Höhe der Sonne in ihren beiden Solstitien mit einem Gnomon beobachtet habe. Von den Beobachtungen dieses Kaisers, den ältesten vollkommen zuverlässigen, ist ausser den erwähnten nur noch eine auf uns gekommen, nämlich eine Bestimmung der Länge der Sonne zur Zeit des Wintersolstitiums. Nach Tschu-Kong verfiel die Astronomie in China. Erst im 5ten Jahrhundert n. Ch. nahm sie wieder einen Aufschwung. Der Astronom Tsu-tschong beobachtete um 460 zu Nanking, und setzte die Länge des Jahres nur um 49″,2 zu groß an. Schon 436 n. Ch. führte Hosing-tien die erste Gradmessung zur Bestimmung der Gestalt der Erde aus. Um diese Zeit kannten die Chinesen bereits den wichtigen

Cyklus von 19 Sonnenjahren, oder 235 synodischen Mondsmonaten, und hatten schon unsere Woche von 7 Tagen. — Unter den mongolischen Kaisern gewährte Kobilai der Astronomie Schutz. Der Astronom Ko-schu-king, um 1280, führte bessere Instrumente ein. Doch hoffte man vom chinesischen Genius, der sich selbst überlebt hatte, vergeblich größere Leistungen. — Unter den indischen Astronomen zeichnete sich Arjabhattas und Wârahamihiras (Verf. des berühmten mathem. Werkes Surjja-siddhânta, d. h. **Sonnenbeweis**) im 5ten Jahrh. v. Chr., und im darauf folgenden 6ten Brahmaguptas aus. In der Astronomie stehen die Indier kaum vor den Chinesen; sie sind aber die Erfinder unserer gegenwärtigen in der Dezimalordnung gestellten Zahlzeichen, welche durch die Araber im 11ten Jahrhundert zu uns kamen. Schon im 8ten Jahrhundert erhielten die Araber von den Indiern die Algebra. — Die Indier kannten bereits sehr genau die siderische Umlaufszeit der Sonne und des Mondes, konnten die Finsternisse voraus berechnen, und besaßen ziemlich vollkommene Planetentafeln. — Ehrenvolle Erwähnung in der Geschichte der Astronomie verdienen die Chaldäer, welche sie schon 2000 v. Chr. kultivirten. Sie kannten die Periode von 6585⅓ Tag, und berechneten die Finsternisse voraus. — Von den Beobachtungen der alten Aegypter erzählen uns manche Schriftsteller, so Seneka, während sie Ptolemäus nicht erwähnt. Die gerühmte genaue Orientirung der Pyramiden wiederlegen neuere Beobachtungen. Sicher haben die Aegypter schon sehr früh Beobachtungen angestellt, doch reichen diese nicht in so uralte Zeit, wie man unter anderem durch den in neuerer Zeit nach Paris gebrachten Thierkreis von Tentyris (Denderah) beweisen wollte, und scheinen keinen hohen Grad von Genauigkeit erreicht zu haben. — Die griechische Astronomie beginnt mit Thales, welcher in Aegypten erworbene Weisheit nach Griechenland brachte. Er sagte die Sonnenfinsterniß vom 30. Sept. 610 v. Chr. vorher, und maß die Höhen der ägyptischen Pyramiden an ihrem Schatten. Ihm ist das Gesetz der Schwere noch unbekannt, die ganze Natur erscheint ihm als ein von der Seele bewegtes. Er lehrte, daß alles aus dem Wasser hervorgegangen sei, daß die Sterne ferne Welten von feuriger Natur seien, daß der Mond sein Licht von der Sonne empfange, und durch den Schatten der Erde verfinstert werde. Er habe, sagt man, die Witterung vorausgesehen, die Bewegung der Himmelskörper und die Schiefe der Ekliptik gekannt. — Des Thales Schüler Anaximander bemühte sich, die Himmelskunde mit der Erd- und Länderkunde zu vereinen, und soll Gnomone, das Horoskop und

Landkarten verfertigt haben. Nach Plutarch lehrte A., die Erde habe die Gestalt einer Säule; nach Diogenes Laertius, sie ruhe als eine Kugel in der Mitte des Weltalls. Die Zahl der Welten sei unendlich, nach allen Richtungen vertheilt, in allen Abständen von einander. — Sein Schüler Anaximenes soll zuerst eine Sonnenuhr verfertigt haben. — Anaxagoras, Freund und Lehrer des Perikles, lehrte eine vormalige senkrechte Stellung der Erdaxe auf der Ebene der Bahn. Vom Geiste gehe alles Ordnen und Bewegen aus; die Gestirne seien bewohnt. — Demokrit äußerte, daß die Milchstraße aus ungemein vielen Sternen bestehe. — Pythagoras, einer der wunderbarsten und größten Geister des Alterthums, geb. etwa 584, gest. 504 v. Chr., erkannte im ganzen Universum die Herrschaft des Geistes, und als sein Werk eine durchgreifende Harmonie. Die astron. Ansichten des Pythagoras scheinen indeß der Wahrheit wenig nahe gekommen zu sein. Ueberhaupt beruhte die ältere Astronomie der Griechen fast ganz auf metaphysischer Spekulation. Diese Richtung, welche bei der fast gänzlichen Vernachlässigung aller Beobachtung allerdings zu keinem Resultat führen konnte, dauerte bis auf Platon und Aristoteles fort. Der Letztere soll sich auch mit astron. Berechnungen beschäftigt, so wie einen Kometen und Bedeckungen des Mars und eines Fixsternes beobachtet haben. — Sokrates, der Philosoph des „gesunden Menschenverstandes" rieth von der Astronomie, als einer doch vergeblichen, und noch dazu die Götter beleidigenden Beschäftigung gänzlich ab. Seine genau befolgten Grundsätze führten in der attischen Schule Geringschätzung des Wissens überhaupt, und Vernachlässigung der Mathematik und Astronomie herbei. Die Mitglieder der alexandrinischen Schule theilten jedoch diese Ansicht nicht, und schlugen zur Erforschung der Natur den Weg aufmerksamer Beobachtung ein. Meton und Euktemon, welche ihr angehörten, setzten, 433 v. Chr., um das Mondenjahr mit dem Sonnenlauf in Uebereinstimmung zu bringen, die auf die 19jährige Periode gegründete Einschaltung fest, nach welcher in 19 Jahren 12 aus 12 Mondwechseln, und 7 aus 13 Mondwechseln bestehende sich befanden. Ein Jahrhundert später suchten Pytheas u. A. die Schiefe der Ekliptik zu bestimmen. — Bedeutendern Aufschwung nahm die Astronomie unter den Ptolemäern. Aristill und Timocharis, um 290 v. Chr., entwarfen ein Fixsternverzeichniß und stellten Planetenbeobachtungen an. — Aristarch lehrte (nach Archimedes) nicht blos die Bewegung der Erde, sondern erkannte auch die ungemein große Entfernung der Fixsterne, und daherige Schwierigkeit ihre Parallaxe zu beobachten. — Eudoxus

aus Knidos wird neben Hipparch als der größte Astronom Griechenlands gerühmt. — Eratosthenes begründete durch seine Beobachtung von der Lage der Sonnenbahn die Kenntniß von der Veränderung der Ekliptik. — Hipparch, welcher von 160 bis 125 v. Chr. zu Alexandria beobachtete, bestimmte die Länge des Sonnenjahres genauer, so wie die Ungleichförmigkeit der scheinbaren Bewegung der Sonne (nach welcher er die Exzentrizität der Sonnenbahn angab), lehrte die Bewegung des Mondes genauer kennen, erkannte durch Vergleichung früherer Orte der Fixsterne das Vorrücken der Nachtgleichen. — Der alexandrinischen Schule gehören auch Autolykus, Euklides, Apollonius von Perga u. A. an. — Erst 250 Jahre nach Hipparch erschien wieder ein Astronom ersten Ranges: Ptolemäus der Aegypter. Seine Thätigkeit beginnt von 125 n. Chr. Er gab das erste vollständige System der Astronomie. Sein Fixsternverzeichniß enthält 1028 Sterne. Sein System, nach welchem die Erde im Mittelpunkte still steht, und die Planeten, die Sonne und die Fixsterne sich in konzentrischen Kreisen um sie bewegen, ist in dem berühmten Werke *μεγάλη σύνταξις*, arabisch „Almagest" genannt, niedergelegt, galt 1½ Jahrtausend, und schließt die ganze alte Astronomie ab. — Unter den Römern verdienen Sulpicius Gallus, Cäsar, Makrobius, Strabo (wenigstens als Geograph berühmt) Menelaus und Manilius kaum den Namen von Astronomen.

Der wissenschaftliche Sinn der Araber trat mehr im Erhalten des Ueberlieferten, als im Schaffen hervor. Die Astronomie erhielt durch sie keine bedeutenden Erweiterungen, indem sie ganz dem Ptolemäus folgten, und auf den Irrweg der Sterndeuterei oder Astrologie geriethen. Unter ihren Chalifen sind als Beschützer der Astronomie zu rühmen: Almansor 754, El Raschid 786, Almamum 813 n. Chr. Unter letzterem wurde die Schiefe der Ekliptik beobachtet, und eine Gradmessung zur Bestimmung der Größe der Erde angestellt. Eine solche fand auch schon unter Almansor statt, der das Werk des Ptolemäus u. a. Griechen übersetzen ließ. — Unter den arabischen Astronomen nennen wir: Thabet ben Korrah, gest. 901. Alfargani und Albatâni um 880, Alfragan 950, Abul wefa 987, Albategnius um 1000, Ebn junis, Arzachel 1080, Alhazen 1100, Averrhoes, Almansor, Abulfeda 1300 n. Chr.

Die ältere Astronomie der Perser ist fast ganz unbekannt. Erst gegen 1050 zeichnete sich Omar scheian aus, welcher eine sinnreiche Einrichtung des Kalenders einführte. Als Beschützer der Astronomie gelten: Holaku Ilekan um 1259, welcher die Leitung einer zu Maragha erbauten prächtigen Sternwarte

dem A. Nasireddin übergab; Ulughbeg gegen 1430. Letzterer war Selbstkenner und Erbauer einer trefflich versehenen Sternwarte zu Samarkand.

Der Geist des Mittelalters war der Astronomie nicht günstig. Kaum kann man in der Geschichte derselben die Namen Duns Skotus, Alexander Halesius, Durandus, Okkam, Berengar, Anselm von Kanterbury, Abälard anführen. Höher stehen: Beda venerabilis, Alkuin, Rhabanus Maurus, Gerbert, (nachmals Pabst Sylvester II.), Michael Psellus, J. de Sacro Bosco, Albertus M., Kaiser Friedrich II., Alphons X. (von Kastilien). Die „Alphonsinischen Tafeln" (1252) waren die erste bedeutende Arbeit der christlichen Zeit, und auch sie brachten größtentheils Araber zu Stande. — Ueber alle Angeführten ragt hervor der englische Mönch Roger Bako, Doctor mirabilis genannt, geb. 1214, gest. 1292 oder 94. Von dem Glauben seines Zeitalters an Astrologie hielt auch er sich nicht frei. Er soll Vergrößerungsgläser erfunden haben, machte Beobachtungen über Strahlenbrechung, und über den scheinbar größern Umfang der Sonne und des Mondes nahe am Horizont. Er endeckte auch die im Kalender vorhandenen Irrthümer, so wie deren Grund und die Mittel zu ihrer Abhülfe. — Im 15ten Jahrhundert dachte man ernstlicher auf Ausbildung der strengen Wissenschaften. Aus diesem Jahrhundert nennen wir Joh. von Gemünden, Peter de Alliaco, Georg von Trapezunt, Blanchinus, Georgius Valla, Fernel, Dominikus Maria, Peuerbach oder Purbach, Joh. Müller (Regiomontanus) und Walther. Um die Mitte desselben begann mit Peuerbach und Regiomontanus eine Reihe die Wissenschaft wirklich fördernder Astronomen. Besonders machte sich letzterer theis durch Uebersetzung griechischer Astronomen, theils durch eigene Beobachtungen, und die für 30 Jahre (1475—1505) berechneten Ephemeriden berühmt.

Zweite Periode. Von Entdeckung der wahren Beschaffenheit des Sonnensystems durch Nikol. Kopernikus bis auf Newton.

Kopernikus, geb. 19. Febr. 1473 zu Thorn, gest. 24. Mai 1543 gab der Astronomie eine neue Gestalt. K. konnte nicht glauben, daß die Natur so verwickelte Gesetze befolge, wie sie das System des Ptolemäus erfoderte. Er kehrte daher jenes System um, nahm an, daß die Erde gleich Mars und Venus ein Planet, und die Sonne der Mittelpunkt des Ganzen sei. Hiernach zeichnete er die Bahnen, und fand, daß auf diese einfache Weise sich alle himmlischen Bewegungen vollkommen erklären

liessen, und daß das scheinbare Stillstehen und Rückwärtsgehen der Planeten nothwendig durch die gleichzeitige Bewegung der Erde und der Planeten entstehe. (Nic. Copernici de orbium coelestium revolutionibus Lib. VI. Norimb. 1543. Fol. Basil. 1566. Amstelod. 1617. 4. Auf dem ihm von Sierakowski errichteten Denkmal in der St. Annakirche in Krakau steht die Inschrift: „Sta sol, ne movearis!") Schüler und Gehilfen des K. waren: Rhaetikus, Reinhold Nonnius, Oronce Finé, Gemma Frisius, Apianus, Frakastor, Cardanus, Stöffler, Münster. — Der größte und scharfsinnigste Beobachter dieser Periode war Tycho de Brahe, geb. 1546, gest. 1601. Er drang indeß nicht zur Wahrheit des Kopernikanischen Systems durch, welches überhaupt anfänglich zahlreiche Gegner fand. Schüler oder Zeitgenossen Tycho de Brahe's waren Longomontan, Rothmann, Byrgius, Reimarus, Ursus und Möstlin, Wilhelm IV. Landgraf von Hessen, Petrus Ramus, Bruno, Vieta, Pitiskus, Gerhard Merkator, Schoner, Maginus, Porta, Stevin. — Große Kalenderverbesserung, auf Gregor XIII. Geheiß durch Lilius und Clarius eingeführt. — Schon bei Lebzeiten Tycho de Brahe's war ein Stern erster Größe aufgegangen. Kepler, geb. 27. Dez. 1571, gest. 15. Nov. 1631, war es, welcher die Gesetze der Planetenbewegungen entdeckte. Hiedurch erhielt das Weltsystem des Kopernikus erst seine feste Begründung, und die theoretische Astronomie ward mit Kepler vollendet, wie mit Ptolemäus die sphärische, mit Newton die physische. Kepler bewies in seinen 3 Gesetzen: 1) daß die Planeten nicht in Kreisen, sondern in Ellipsen um die in einem Brennpunkt derselben liegende Sonne laufen. 2) Daß der radius vector der Bahnen von der Bahnebene in gleichen Zeiten stets gleich große Sektoren abschneide. 3) Daß die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten sich wie die Würfel der Halbmesser ihrer Bahnen verhalten. (Astronomia nova seu physica coelestis tradita commentariis de motibus stellae martis. Prag. 1609 Fol.) — Zwei große Entdeckungen in der ersten Hälfte des 17ten Jahrhunderts förderten die Astronomie ungemein: die Entdeckung der Fernröhre am Anfang, jene der Logarithmen, deren erste Idee Neper faßte, und welche Braggs und Blacq ausbildeten, am Ende derselben. Nach Deskartes ist der erste Erfinder der Fernröhre Jak. Adrianez aus Alkmar; nach Borellus ist es Zachar. Jansen; nach Huyghens ist es Lippersheim. (Die ersten Fernröhre waren holländische; Galilei gab das astronomische Fernrohr an, Newton das Spiegelteleskop; erst in der zweiten Hälfte des 18ten Jahrh. wurden die ersten achromatischen Fernröhre von Dollond verfertigt,

welche jetzt ziemlich alle andern verdrängt haben. Sehr große Achromaten befinden sich in Dorpat, 9'' Oeffnung, 14' Brennw.; Berlin, 10½'' O. 15' B. München, 12'' O., 18' B., sämmtlich aus dem Utzschneider-Fraunhofer'schen Institut. Sehr große achromatische Fernröhre verfertigt auch Cauchoix in Paris. Das von ihm für den irländischen Astronomen Cooper gearbeitete hat 13'' 3''' O. und 25' 3'' Brennw. engl. Maaßes. Für die neue Sternwarte in Petersburg wurde in München ein Instrument von 13½'' O. und 20'' Brennw. für 350,000 Frk. bestellt, welches auf den großen mittlern Thurm zu stehen kommen soll. Eine Beschreibung der dialytischen Fernröhre von Plößl siehe in Baumgartners Zeitschrift für Physik &c. 3 Bd. K. 1.) — Neben K. glänzten Bouillard, Riccioli, Galilei, Deskartes, Torrizelli, Cavalieri, Viviani, Simon Marius, Scheiner, Grimaldi, Borelli, Gassendi, Morin, Hevel, Joh. Bayer, Snellius, Auzout, Horrockes. Galileo Galilei, geb. 1564, gest. 1642, der Gründer der neuern Mechanik, fand die Gesetze des Falles der Körper. Eine im Dome zu Pisa schwingende Lampe, sagt man, habe ihn auf die Theorie des Pendels geführt. Er war ein Anhänger des Kopernik. Weltsystems, und wurde gezwungen, diese ketzerische Lehre abzuschwören. (E pur si muove!) Mittelst der neu erfundenen Fernröhre entdeckte er die Unebenheiten des Mondes, die Zusammengesetztheit der Krippe in der Milchstraße aus Sternen, die Jupiterstrabanten und Phasen mehrerer Planeten (1610), die Sonnenflecken (1612), Libration des Mondes (1637).

Dritte Periode. Von Erkenntniß des allgemeinen Gesetzes der Schwere durch Newton bis auf unsere Zeit.

Der große Newton entwickelte nicht nur die mechanischen Gründe der Kepler'schen Gesetze, sondern begründete durch seine Theorie der allgemeinen Gravitation die Kenntniß der Perturbationen der Himmelskörper. Zugleich bestimmte er die Gestalt der Erde, die Ursachen der Ebbe und Fluth, und lehrte die Bahnen der Kometen berechnen. Ein fallender Apfel im väterlichen Garten zu Woolsthorpe soll ihn auf die Entdeckung des Gesetzes der Schwere geleitet haben (1665). Er brachte die ersten Gedanken hierüber in Beziehung zu Keplers drittem Gesetz und schloß, daß die Attraktion der Sonne im umgekehrten Verhältniß des Quadrats ihrer Entfernung wirke. Später wendete er diesen Schluß auch auf den Mond an, wo er ebenfalls vollkommen paßte. 1684 legte er Halley seinen merkwürdigen Tractatus de motu vor. 1704 begann die Herausgabe der Principia philosophiae naturalis. (Nature and all her works lay hid

in night, — God said, Let Newton be! and all was light). — Neben Newton glänzten: Roberval, Leibnitz, Paskal, die Bernoulli, St. Vinzent, Heuraet, Brounker, Hooke, Gregory, Barrow, Wallis, und vor allen Huyghens, geb. 1629, gest. 1695. Dieser gab mittelst des Pendels den Uhren viel größere Genauigkeit, und vervollkommte durch tiefe theoretische Untersuchungen die mechanischen Lehren der Astronomie. Mit dem von ihm verbesserten Fernrohr (er verfertigte deren von ungeheuerer Größe) entdeckte er 1655 den größten Saturnsmond, später die wahre Beschaffenheit des Ringes. Gegen Newton stellte er zuerst die Undulationstheorie des Lichtes auf. Zur Bestimmung der Fallgeschwindigkeit der Körper schlug er das einfache Sekundenpendel vor. — In der ersten Hälfte des 18ten Jahrhunderts beschäftigten sich die ersten Astronomen und Mathematiker, wie Halley, Rougger, Tob. Mayer, Taylor, Moivre, Maclaurin, Cramer, Simpson, die jüngern Bernoulli mit Entwicklung und näherer Darstellung der großen Entdeckungen Newtons. Ein Theil von Halley's (geb. 1656, gest. 1742) Thätigkeit gehört noch dem 17ten Jahrhundert an; so seine Beobachtungen der südlichen Halbkugel des Himmels. Auf einer Reise, zwischen Calais und Paris, nahm er zuerst den nach ihm genannten Kometen wahr. 1698 unternahm er eine lange Seereise, um die Deklination der Magnetnadel zu beobachten. Er verbesserte den Spiegelsextanten, lehrte aus der Beobachtung des Venusdurchganges die Sonnenparallaxe berechnen, und verfertigte berühmte astronomische Tafeln. — Andere große Beobachter dieser Zeit waren Römer, Horrebow, Flamstead, Bradley, Cassini, Maraldi, Manfredi. Als Optiker und Mechaniker zeichneten sich aus: Graham, Sisson, Bird, Berthoud, Gregory. — Bradley, geb. 1692, gest. 1772, verdankt man die Entdeckung der Aberration des Lichtes (1727), der schwankenden Bewegung der Erdaxe (Nutation), welche eine 18jährige Periode hat, und sonst eine Menge verschiedener Wahrnehmungen. — In der zweiten Hälfte des 18ten Jahrhunderts überwog die Beobachtung, während in der ersten die Theorie den Vorrang behauptete. Diese zweite Hälfte wird gewissermassen charakterisirt durch den ersten aller beobachtenden Astronomen, Wilhelm oder William Herschel, geb. 15. Nov. 1738, gest. 25. Aug. 1822. Er vervollkommte das Spiegelteleskop, und stellte Instrumente dieser Art von ungeheuerer Größe her. 1781, den 13. März, entdeckte er den Uranus (Georgium Sidus), 1787 2 Monde desselben, 1790 und 94 die 4 übrigen, vorzüglich mittelst des 1785 vollendeten Riesenteleskops von 40′ Länge. (Der Spiegel desselben hatte 4′ Durchm.

und wog 2178 Pfund; das Ganze gegen 4000 Pfund). Mittelst desselben wurden auch die zwei innersten Saturnsmonde entdeckt. H. beobachtete auch die Asteroiden, gab ihre Durchmesser an, bestimmte die Rotationszeit des Saturnsringes, und zeigte die sonderbare fast viereckige Gestalt des Saturns. Er fand eine große Zahl von Doppel- und vielfachen Sternen, suchte den Bau der Sonne zu erforschen, und berechnete die raumdurchdringende Kraft der Fernröhre. Am großartigsten erscheint H. aber in seinen Beobachtungen und Ansichten der Milchstraße und der Nebelflecken. — Fast eben so groß als Beobachter war Herschels würdiger Zeitgenosse Schröter, geb. 1745, gest. 1816. Herschels Wirken war mehr nach dem Fixsternhimmel gerichtet, während Schröter sich unsterbliche Verdienste um die physische Kenntniß der Weltkörper unseres Sonnensystems erwarb. Schon in den letzten beiden Dezennien des vorigen Jahrhunderts beobachtete er viele Jahre mit 4 und 7füßigen Spiegelteleskopen den Mond, von dem er die erste umfassende Topographie gab, später die Sonne, den Merkur, die Venus, den Saturn. Er selbst construirte große Spiegelteleskope bis 27′ Länge. — Als ausgezeichnete Beobachter der zweiten Hälfte des 18ten Jahrh. nennen wir noch Delambre, Lacaille, Maskelyne, Mechain, Messier. Als Analytiker und Geometer ragen hervor: d'Alembert, Bailly, Boscovich, Bezout, Clairout, Condorcet, Carnot, Leonh. Euler, Bode, Lagrange, Lambert, Legendre, Laplace, Mason. Die Wirksamkeit mancher erstreckt sich auch noch in den Anfang des 19ten Jahrhunderts. Laplace, geb. 28. März 1749, gest. 5. Mai 1827, hat in der Mécanique céleste, seinem Hauptwerke, das Gesetz der Gravitation mit allem, was sich daraus ableiten läßt, am vollständigsten dargestellt. — Als Optiker dieser Zeit ragt Dollond hervor.

Die Leistungen des 19ten Jahrhunderts können bis jetzt kaum in eine Parallele mit einer gleich langen Zeit des 18ten treten. Der Theodolit und Repetitionskreis wurden immer allgemeiner angewendet, und in München und Paris der Versuch gemacht, eine Uhrbewegung mit der parallaktischen Maschine der großen Achromaten zu verbinden, um sie immer auf den gleichen Stern gerichtet zu halten. — Barlow's Versuche, das Flintglas der Objektive durch Schwefelkohlenstoff zu ersetzen, (welchen er bei 2 Objektiven von 6 und 8″ Oeffnung anwendete), scheinen keine besonderen Resultate gewährt zu haben. Die Ausführung der Chronometer wurde bedeutend vervollkommt. Auf den meisten Observatorien mißt man jetzt die Fehler der Instrumente, und nimmt sie in die Berechnung

auf, statt wie sonst ihre mechanische Korrektion zu versuchen. — Im allgemeinen erreichten die astronomischen Instrumente und Beobachtungsmethoden eine früher nicht geahnte Genauigkeit.

Die Theorie der Störungen und Säkularungleichheiten wurde allmälig allgemein begriffen. Die Zahl der Astronomen und öffentlichen Observatorien nahm bedeutend zu. Letzterer existirten 1832, 41 und zwar zu Greenwich, Oxford, Cambridge, Edinburgh, Dublin, Armagh, Cap d. gut. Hoffnung, Paramatta, Madras, Bombay, St. Helena, Paris, Marseille, Genf, Turin, Mailand, Padua, Bologna, Modena, Neapel, Palermo, Coimbra, Abo, Altona, Bremen, Christiania, Dorpat, Kopenhagen, Königsberg, Berlin, Gotha, Mannheim, Speyer, München, Göttingen, Wien, Krakau, Warschau, Wilna, Ofen, Kremsmünster. Hiezu sollten drei neue in Brüssel, Cadix und Petersburg kommen. Im entsprechenden Verhältniß haben sich die astronomischen Zeitschriften vermehrt. — Was die Entdeckungen dieses Jahrhunderts betrifft, so gehören die der 4 kleinen Planeten in der schon Kepler auffallenden Lücke zwischen Mars und Jupiter sicher zu den wichtigsten. Statt eines Planeten fand man daselbst 4; nämlich die Ceres, entdeckt von Piazzi den 1. Januar 1801; die Pallas, entdeckt den 28. März 1802 von Olbers; die Juno, entdeckt den 1. September 1804 von Harding; und die Vesta, entdeckt den 29. März 1807 von Olbers. Die nähere Kenntniß ihrer Umlaufszeiten, wahren und mittlern Entfernungen verdankt man noch dem ältern Herschel. — Die Beobachtung der Doppelsterne wurde in neuester Zeit mit ungemeinem Fleiße fortgesetzt, und man bezeichnet nun den Ort derselben, wie bei andern Fixsternen, durch Angabe der Rektaszension und Poldistanz. Besondere Verdienste um die Doppelsterne hinsichtlich ihrer Zahl, eigenen Bewegung und physischen Eigenschaften, haben sich Struve und der jüngere Herschel (geb. um 1790) erworben. Letzterer reiste mit trefflichen Instrumenten versehen 1834 nach dem Vorgebirg d. g. H., um die Fixsterne der südlichen Halbkugel zu beobachten. In den Philosophical Transactions von 1833 hat er zahlreiche Beobachtungen über Nebelflecken, planetarische, ringförmige Nebel, Doppelnebel, Kernnebel und verwandte Gegenstände mit Abbildungen gegeben. — Brinkley's und Pond's interessanter Streit über Parallaxe der Fixsterne, welche ersterer mit Gewißheit beobachtet zu haben glaubte, während sie letzterer läugnete — ist zu keiner klaren Entscheidung gekommen. Hingegen konnte Brinkley die eigene beschleunigte Bewegung mehrerer Sterne nach Süden

nicht finden, welche Pond behauptete. — Unter den beobachtenden Astronomen dieses Jahrhunderts nennen wir noch: Gruithuisen, South, Cooper, Pons. Unter den Geometern, welche vorzugsweise die Theorie bearbeiteten oder bearbeiten: v. Schubert, v. Zach, Littrow, Gauß, geb. 1777, welcher in seiner »theoria motus corporum coelestium«, die bald nach der Mécanique céleste des Laplace erschien, noch die wichtigsten Verbesserungen in der Bestimmung der Planetenbahnen anbrachte; Bessel, geb. 1784, vorzüglich berühmt durch seine „Theorie der Störungen der Kometen"; Enke, geb. 1791. Ferner sind noch anzuführen: Airy, Schmidt, Plana, Tralles, Oriani u. s. w. Unter den Optikern und Mechanikern: Troughton, Reichenbach, Fraunhofer, Plößl, Cauchoix. — Wer weitläufigere Nachrichten über die neueste Astronomie wünscht, vergleiche Airy's „Bericht über die Fortschritte der Astronomie seit Anfang des 19ten Jahrhunderts", gelesen bei der Zusammenkunft der brittischen Verbindung für Förderung der Wissenschaften, zu Oxford 1832.

Zeitschriften für die Astronomie sind: v. Zach's monatliche Korrespondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde; Correspondance astronomique, geographique, hydrographique, et statistique du Baron de Zach; Schuhmacher's astronomische Nachrichten; Gruithuisen's Analekten für Erd- und Himmelskunde rc.

Lehrbücher: Traité complet d'Astronomie par Delambre. Par. 1814. III. Tom. 4. Traité d'Astronomie par Fr. Theod. Schubert. 3 vol. Petersb. 1822. — Piazzi's Lehrbuch der Astronomie, aus dem ital. von Westphal. 2 Thle. Berlin 1822. — Exposition de Système du Monde, par la Place. 5 edit. Par. 1824. — Unter den deutschen populären Werken steht jetzt zu höchst: Littrow, die Wunder des Himmels, oder gemeinfaßliche Darstellung des Weltsystems. 2te Aufl. Stuttg. 1837.

D. Mathematische und physische Geographie.

Dem Anschein nach stellt sich die Erde als eine Scheibe dar, rings vom Horizont begränzt. Unter diesem trügerischen Schein ihre Kugelgestalt und ihre wahre Größe auszumitteln, kostete Jahrhunderte von Beobachtung und Rechnung. — Hesiod und Homer sahen mit ihren Zeitgenossen die Erde als eine große flache Scheibe an, rings vom Strome Okeanos umflossen, mit welchem im fernsten Osten, in Kolchis, der Strom Phasis zusammenhieng. Auch die spätern Griechen und Römer behielten im allgemeinen diese Vorstellung. Noch Seneka wiederholt die Angabe von Thales, daß die Erde auf Wasser schwimme. Anaximander hielt sie für einen frei in Mitte des

Himmelsgewölbes schwebenden Cylinder, auf dessen Oberseite die Menschen wohnten. Im traten im Ganzen Leucipp, Demokrit, Heraklit, Anaxagoras bei, während Plato sie für einen Würfel erklärte, Anaximenes die flache Erde durch zusammengedrückte Luft tragen, Xenophanes sie durch Wurzeln festhalten ließ. — Eudoxus scheint zuerst die Kugelgestalt der Erde, oder doch die Krümmung ihrer Oberfläche geahnt zu haben, worauf er vorzüglich durch seine Sternbeobachtungen in verschiedenen Breiten geführt wurde. — Aristoteles behauptete zuerst, aus Gründen der Anziehung gegen den Mittelpunkt, ferner aus der Gestalt des Erdschattens bei Mondsfinsternissen, und aus der Erhebung des Canopus über den Horizont, wenn man nach Aegypten reise, — die Erde müsse eine Kugel sein; welchen Beweis Archimedes später in Beziehung auf das Wasser der Erde wiederholte. — Später verlor sich die Kenntniß der Kugelgestalt der Erde, und wurde erst in neuerer Zeit, besonders durch die Reisen um sie, praktisch dargethan. Der erste Erdumsegler war der Portugiese Hernando Magalhaens, welcher den 10. August 1519 von Sevilla auslaufend, die nach ihm benannte Straße entdeckte, den stillen Ocean durchschiffte, selbst aber am 26. April 1521 auf Sebu, einer der Philippinen umkam, während eines seiner Schiffe, stets nach Westen segelnd den 7. Sept. 1522 wieder in St. Lukar einlief. Auf diese erste folgten die Erdumseglungen von Francis Drake, Thomas Candish, Jakob Mohn und Simon de Cordes im 16ten Jahrhundert; Olivier de Noort, 1598—1601; Georg Spielberg, Jakob le Maire, Kornelius van Schouten, William Dampierre, im 17ten Jahrhundert; Gemelli Careri (welcher östlich, zum Theile zu Land die Erde umreiste), Georg Anson, John Byron, Bougainville, Cook, gest. 14. Febr. 1779 auf Owyhee, welcher 3 mal von 1767—78 die Erde umsegelte; Georg Vancouver, sämmtlich im 18ten Jahrhundert; Krusenstern, O. v. Kotzebue, Freycinet, Duperrey u. v. a. im 19ten Jahrhundert.

Aristoteles hatte trotz des richtigen Begriffs von der Gestalt der Erde doch einen unrichtigen von ihrer Größe. Er giebt an, die Mathematiker vor ihm hätten den Umfang der Erde zu 400,000 Stadien (9302 geogr. Meilen) gefunden. Archimedes erwähnt, man habe ihn auf 300,000 Stad. gesetzt. Die ältesten Messungen von Sonnenhöhen scheinen Eratosthenes und Posidonius angestellt zu haben. Ersterer berechnete aus den zu Syene und Alexandrien beobachteten Sonnenhöhen, und der Länge des Bogens zwischen beiden Orten den Umfang der Erde auf 5813 geogr. M. Posidonius fand ihn

aus dem Stande des Kanopus in Rhodus und Alexandrien 5580, nach Ptolemäus u. A. 4185 geogr. M. groß. — Die Araber stellten zuerst (unter ihrem Kalifen Al-Mamum) Gradmessungen an, die aber zu wenig genau waren, um ein annähernd richtiges Resultat zu geben. — Die erste Gradmessung in neuerer Zeit wurde von dem Niederländer Willebrord Snellius zwischen Alkmar und Bergenopzom angestellt. Ihr folgte bald (im 17ten Jahrhundert) jene von Pikard, nach welcher Newton und Huyghens die Größe der Erde bestimmten. Etwa zu gleicher Zeit beobachtete zuerst Richer in Cayenne, dann Varis und Deshayes an der afrikanischen Küste unter der Linie die langsameren Schwingungen des Pendels, als deren Ursache Huyghens und Newton die dort größere Schwungkraft erkannten. Aus der spätern Gradmessung durch die Cassini, de la Hire, Maraldi, Couplet und Crazelles folgerte man gegen Newton größere Länge der Erdaxe als des Aequatorialdurchmessers. Um diesen wichtigen Punkt zu entscheiden, wurden auf Anregung von Maurepas, unter Ludwig XIV., 2 Gradmessungen unter dem Aequator und dem Polarkreise vorgenommen. Bouguer und Condamine begaben sich 1735 nach Peru; Maupertuis, Clairaut, Camus, Lemonnier, Outhier 1736 nach Schweden. Letztere fanden die Größe eines Grades zwischen Amiens und Paris = 57,060, unter dem Polarkreise = 57,437 Toisen; Bouguer einen Grad unter dem Aequator = 56,753 T. Hiemit war also die Abplattung an den Polen bewiesen. — Mit Uebergehung kleinerer Operationen dieser Art erwähnen wir nur die ungeheuerste von allen, auf Befehl des französischen National-Konvents von Mechain und Delambre ausgeführt. Man wollte gründliche Revision der frühern Meßungen, und ein Normalmaaß für die neue Republik. Delambre maß den nördlichen Bogen von Dünkirchen bis Rhodez, Mechain den südlichen von Rhodez bis Barcellona. Diese große Arbeit wurde später bis an die Balearen ausgedehnt, und erst 1806 durch Biot und Arago vollendet. Aus diesen und andern Gradmessungen berechnete Laplace die Abplattung auf $^1/_{277}$, (glaubt aber, daß die Erde wegen ungleicher Dichtigkeit nicht regelmäßig gekrümmt sei); Puissant fand $^1/_{334}$, Delambre $^1/_{309}$, Legendre $^1/_{305}$, Lindenau $^1/_{304}$. — Auch Längenmessungen, um die Gestalt der Erde zu bestimmen, wurden seit 1733 mehrere angestellt; so von Cassini und Maraldi, Cassini de Thury und Lacaille, Lambton, Barrow, Broußeaud, Nicollet und Pictet, Plana und Carlini. — Nach Pendelschwingungen suchten die Gestalt der Erde zu bestimmen: Bouguer, Legentil, Campbel, Lacaille, Darquier,

Liesganig, v. Zach, Graham, Grischow, Mallet und Maupertuis. Aus den Beobachtungen aller berechnete Laplace die Abplattung auf $^1/_{335,78}$. In neuester Zeit haben Pendelbeobachtungen zu diesem Zwecke angestellt: Arago, Chaix, Mathieu, Bouvard, Freycinet, Duperrey, Davies, Gilbert, Kater, Sabine. — Newton und mehrere nach ihm suchten die Gestalt der Erde auch aus dem Gravitationsgesetz und der Schwungkraft zu berechnen. — Aus der Kombination der verschiedensten Beobachtungen gieng hervor, daß die südliche Halbkugel eben so, wie die nördliche gekrümmt sein müsse, und daß die Erdkrümmung auch unter verschiedenen Meridianen nicht sehr verschieden sein könne.

In Beziehung auf die Dichtigkeit der Erde hatte schon Newton aus dem Gravitationsgesetz gefunden, daß sie nicht gleichförmig sein könne, was auch Pendelbeobachtungen bestätigten. Laplace folgerte, daß eine regelmäßige Lagerung der einzelnen elliptisch-sphäroidischen Schichten, (welche nach dem Centrum der Erde an Dichtigkeit zunähmen) um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt nicht bezweifelt werden könne. — Maskelyne und Hutton suchten (1774—76) die Dichtigkeit der Erde aus der Anziehung zu finden, welche große Gebirgsmassen auf das Pendel ausüben, wozu sie den Berg Shehallien in Schottland wählten. Man verglich Dichtigkeit und Anziehung des Berges mit der Anziehung der ganzen Erde, und fand hiernach ihre Dichtigkeit = 4,95. Playfair und Webb Seymour, so wie Carlini erhielten später geringere Größen. — Auch durch Versuche mit der Drehwage suchte man die Dichtigkeit der Erde zu bestimmen.

Versuche, die Temperatur des Erdinnern zu erforschen, wurden — nach Mairan's, Buffon's, Werner's Hypothesen — zuerst von v. Trebra in den Minen von Freiberg, dann von Saußüre in den Salinen von Bex, von d'Aubuisson in den Minen zu Freiberg, von v. Trebra ebendaselbst aufs neue 1805—7 und 1815 angestellt. Immer stieg mit 120′ Tiefe mehr das Centesimal-Thermometer um 1°. Die von Gensanne, Thomas Leon, Forbes und Fox, Fantonetti, und Alex. v. Humboldt anderwärts angestellten Versuche gaben ähnliche Resultate, welche zwar keineswegs die Temperatur des Erdkerns aufklären, aber eine nach der Tiefe zunehmende Wärme beweisen. — Untersuchungen über Temperatur der Erdkruste und Oberfläche stellten an: Mairan, Hunter, Cassini, Bouvard, de Saußure, Humboldt, Arago, Hamilton, Wahlenberg, Tralles, Munke.

Ueber die physische Beschaffenheit verschiedener Länder

finden sich bereits in den ältesten Schriftstellern Andeutungen; aber die physische Geographie als systematische Wissenschaft ist ebenfalls ein Produkt der neuern Zeit. Einmal waren die Reisen im Alterthum höchst mühsam und gefährlich, und dann gieng vieles von dem ohnehin nur gelegentlich Beobachteten sogleich aus Mangel der Mittheilung verloren. Es ist übrigens unmöglich, in einer historischen Skizze die physische Geographie von der im engern Sinn sogenannten G. zu trennen, da beide stets Hand in Hand giengen. Wir müssen daher eine Uebersicht der Entwicklung der geographischen Kenntnisse überhaupt geben. — Noth, Krieg und Handel haben dieselben fast gleichmäßig gefördert. Die Phönizier gelten als das älteste seefahrende und entdeckende Volk; scheinen aber bis 900 v. Chr. nur die Küsten des Mittel- und zum Theil des schwarzen Meeres gekannt zu haben. Sie segelten mit Aegyptern und Hebräern durch den arabischen Meerbusen nach dem persischen, und selbst nach Indien. Vielleicht ist „Ophir" Guinea, und das „Affenland" Ceylon. In uralter Zeit giengen schon Karavanen durch den asiatischen Kontinent. — Hamilko der Chartager soll zuerst 550 eine Entdeckungsreise nach Norden gemacht haben. Schon 670 v. Chr. war unter dem ägyptischen König Necho eine Expedition zur Beschiffung der Küsten Afrika's abgesendet worden. Hanno beschiffte 500 v. Chr. abermals Afrika. — Die Griechen kannten in den frühesten Zeiten nur die nächsten Gegenden. Argonautenzug 1300 v. Chr. — Homer'sche Geographie. — Herodot „der Vater der Geschichte" 450 v. Chr. kannte Päonien nnd einen Theil der Ufer des schwarzen Meeres, kam in Asien bis Babylon und Susa, besuchte Aegypten, Cyrene und Italien. Aus Nachrichten kannte er auch Indien, Arabien, und sehr gut das innere Afrika; unsicher Spanien, England, Mitteleuropa, besser Ligurien und die Rhonemündungen. Zu seiner Zeit entdeckten die Phönizier das „Zinnland" und „Bernsteinland" — England und Preußen. — Durch Scylax und Pytheas wurden die geogr. Kenntnisse sehr vermehrt; durch erstern jene der Küsten des Mittelmeeres, durch letztern die der Nordküsten Galliens, des „Zinnlands" und „Thule's." Um Pytheas Zeit entdeckten die Flotten der Ptolemäer Dekan und Malabar. — Durch Alexander's Züge lernten die Griechen einen großen Theil von Mittelasien und Indien kennen. Später wurde Alexandria der Mittelpunkt, in welchem die Schätze des Wissens und Forschens zusammenflossen. — Um 250 v. Chr. suchte Eratosthenes, „der erste Geograph" die Lage jedes Volks und Orts zu bestimmen, und sammelte alle geographischen Nachrichten. — Das allmälig

anwachsende Weltreich der Römer umfaßte die ganze damals bekannte Erde: Spanien, Gallien, Brittanien, Italien, Griechenland und die unteren Donauländer, Kleinasien, Nordafrika bis an den Atlas. Ausserdem kannten die Römer ziemlich gut Deutschland, die Länder an der Weichsel, das innere Afrika und Asien. Ihr Geograph ist der um Christi Geburt lebende Strabo; reiche Beiträge lieferten Plinius, Seneka und die Geschichtschreiber. — Ptolemäus bestimmte schon einzelne Flüsse, Orte, Vorgebirge sogar aus Irland nach Länge und Breite, und hatte Nachrichten vom innern und nördlichen Deutschland, Preußen, Polen, Vorder- und Hinterindien, dem innern Lybien und Aethiopien. — Aus dem 4ten Jahrh. n. Chr. kennt man als Geographen Jornandes, aus dem 6ten Guido von Ravenna. — Die Tabula Peutingeriana scheint unter Theodorich verfertigt worden zu sein. — Die Normänner kannten im 9ten Jahrhundert Irland, die Färoer, shetländischen Inseln, Island und Grönland, und legten von letzterem aus viel südlicher in Amerika Kolonieen an, die später zu Grunde giengen. Um diese Zeit hatte man schon Landkarten. Die Missionäre drangen bereits gegen Rußlands Grenzen vor. (Die magnetische Polarität wurde in Europa schon sehr früh zur Schiffahrt benützt. Nach einer Stelle im Landnamabok war auf Island der Magnet (Leidarstein) schon im 11ten Jahrhundert bekannt. Guyot de Provins führt ihn in seiner 1203 erschienenen »Bible Guyot« an. Flavio Gioja setzte im 13ten Jahrhundert die Nadel zuerst auf eine Spitze, und brachte 8 Striche an, wodurch der Kompaß entstand. Früher hatte man die Nadel auf Strohhalme gelegt, und diese auf Wasser schwimmen lassen). Durch die Kreuzzüge lernten die Europäer einen Theil Vorderasiens kennen, welches freilich den arabischen Geographen Massudi, Scherif al Edrisi, Ebn al Uardis und besonders Abulfeda viel besser bekannt war. Der Venetianer Marko Polo besuchte 1270—94 China, Ostindien und Persien. Die Kenntniß des Orients wurde im 14ten und 15ten Jahrh. vermehrt durch Oderich von Portenau, Mandeville, Pegoletti und Clavijo. — Im 15ten Jahrhundert ragten die Portugiesen als Seefahrer und Entdecker hervor. (Heinrich der Schiffer). 1420 fanden sie Madera, 1432 die Azoren; 1486 erreichte Bartol. Diaz das Kap der guten Hoffnung, 1498 landete Vasko de Gama, jenes umschiffend in Malabar, 1516 kamen die Portugiesen nach China, 1518 nach Bengalen, 1542 nach Japan. — Die größte aller geographischen Entdeckungen, jene Amerika's, war Cristoforo Colombo, geb. 1442 zu Cuccaro in Piemont, gest. 20. Mai 1506, vorbehalten. Am 12. Oktober 1492

stieg er auf Guanahani (San Salvador) ans Land. 1493 entdeckte er Kuba und Domingo, 1494 Jamaika und Portoriko, 1498 Trinidad und den Kontinent. (Sein Denkmal in der Karthäuserkirche zu Sevilla trägt die Inschrift: A Castilla y a Leon, nuevo mondo diè Colon. Beigesetzt ist C.'s Leichnam in Havannah). 1497 war von Cabot Neufoundland und Labrador, 1501–3 von Amerigo Vespucci und Ojedo Brasilien entdeckt worden. Pinzon, Cortez, Pizarro drangen erobernd in das Innere der neuen Welt. Mit ihrem Bekanntwerden begann ein gewaltiger Umschwung der Ideen in der alten, eine Revolution derselben in vielfacher Hinsicht. Amerika, mit seinen Enden an beide Pole reichend, seinen himmelhohen Gebirgen und Riesenströmen, seinen tausenderlei wunderbaren Pflanzen und Thieren sollte, als wäre des Staunenswerthen noch nicht genug, auch den Menschen in nie gesehener Art und Farbe zeigen.

Die zahllosen Inseln des stillen Oceans wurden nach und nach durch die Weltumsegler bekannt. Dirk Hartigh 1616 und Tasman 1642, ferner Zeachaen, Jan de Edels, Nuyts, de Witt, Roggeween, Palsaert — alles Niederländer — fanden auch schon einzelne Theile des australischen Festlandes, dessen Gestalt und Größe aber erst durch Dampier, Cook, Byron, Wallis, Lapeyrouse, Baudin, Bligh, d'Entrekasteaux, Baß, Peron u. A. vollkommener bekannt wurden.

Es galt nun, nach der Kenntniß der meisten Küsten in das Innere der Kontinente einzudringen. Was Asien betrifft, so war Sibirien schon im 16ten Jahrhundert entdeckt worden. 1639 drangen die Russen nach Kamtschatka, und zu gleicher Zeit durch die Mongolei und Mandschurei gegen China vor. Im 17ten und 18ten Jahrhundert kamen jesuitische Missionäre nach Mittelasien und China. Im letztern drangen auch die Engländer von ihrem großen indischen Reich nach dem asiatischen Hochland vor und besuchten Tibet. Ihr Gesandter Macartney reiste nach Pecking an den chinesischen Hof. Seine Sendung wurde fruchtbar für die Kenntniß jenes wunderbaren unveränderlichen Riesenreiches. Die Kriege der Engländer mit den Mahratten, den Sultanen von Mysore, den Birmannen, machten sie mit Nord- und Hinterindien bekannt. Auch Afghanistan besuchten sie, so wie der Deutsche Seetzen. — Rußland ließ im 18ten Jahrhundert durch Pallas und Gmelin Sibirien, den Altai, den Kaukasus und die Gegenden um den kaspischen See untersuchen. Beinahe dieselben Gegenden bis tief nach Hochasien hinein bereiste seit 1813 der Orientalist Klaproth. In den letzten Jahren wurden die Umgebungen des kaspischen See's wieder durch Parrot und Eichwald, Nord-

asien bis an die chinesische Grenze durch A. v. Humboldt, Rose und Ehrenberg besucht. Japan wurde im 18ten Jahrhundert von Kämpfer und Thunberg, im 19ten Jahrhundert von v. Siebold erforscht. Schon in alter Zeit wurde Vorderasien, besonders Palästina und Arabien, mit Vorliebe bereist; in neuerer von Forskäl, Niebuhr, Burkhard.

Von Afrika ist das Centralland auch jetzt noch sehr wenig bekannt, und von den Küsten die östliche am wenigsten, obwohl sich auf ihr, fast seit Vasko de Gama's Zeiten, portugiesische Niederlassungen befinden. Von Süden her versuchten in Central-Afrika einzudringen: Le Vaillant, Barrow, Lichtenstein; von Norden: Mungo Park u. a. Engländer: von Westen: Klapperton, die Brüder Lander, Caillié. (Letzterer durchzog ganz allein von 1824—28 das innere Afrika, und erreichte zuerst Tombuktu). Cyrene wurde zuerst bereist von Pacho und Beechey. Das östliche Afrika wurde von Aegypten aus besucht von Rüppel, Hemprich und Ehrenberg, Lord Valentia, Salt, Brown. Die Lander erreichten ebenfalls die große Handelsstadt Tombuktu im Süden der Sahara, und kehrten wieder zurück. Durch Algiers Besetzung wurde wenigstens ein Theil des Nordwestens aufgeschlossen. Am genauesten ist jedoch das wundervolle Aegypten durch die große französische Expedition vom Jahre 1798 und folg. unter Bonapartes Oberbefehl bekannt geworden. Die wissenschaftlichen Resultate derselben wurden in der unter Ludwig XVIII. und Karl X. noch fortgesetzten Description de l'Égypte etc. 25 Bde. mit mehr als 900 Kupf. und 3000 Abb. niedergelegt. 1818 wurde Bowdich nach Ashantee gesendet. Hornemann und Röntgen waren schon früher in's Innere eingedrungen. Durch Leod lernte man das im fruchtbarsten Theil von Guinea lebende Volk von Dahomé kennen. Fezzan wurde von Lyon, Ritchie, Dupont, Belford bereist. 1822—26 untersuchten Minutoli, Cailliaud und Rüppell Aegypten, Aethiopien, die große Oase im westlichen Nubien, Kordofan und die Küste des arabischen Meerbusens. Paddin, Campbel und Kummer reisten über Rio Nunnez in's Innere. Mollien hatte schon 1818 die nahe beisammen liegenden Quellen des Rio grande, Senegal und der Gambia in der Nähe von Timbo erreicht. Um den Lauf des Niger zu erforschen, giengen Oudney, Klapperton und Denham von Tripolis nach Murzuk in Bornu. Eine zweite Reise unternahm Klapperton 1825 mit Dikson, Pearce und Morrison. Gordon Laing hatte schon 1826 vor den Brüdern Lander von Tripolis aus Tombuktu erreicht, wurde aber auf der Flucht von da ermordet. 1828—30 drang Douville von mehreren Hundert

Mann begleitet durch Angola und Benguela in's Innere. Ueber seiner Expedition schweben jedoch noch immer Zweifel. Die neueste Expedition der Lander sollte die Handelsverbindungen unter den Negervölkern bis Tombuktu ausdehnen. — Barrow und J. Campbel hatten schon 1797 Afrika's Südspitze bereist, und letzterer war bis Lattakuh, 900 engl. M. nördlich vom Kap gedrungen. Er fand gegen das Innere fruchtbare stark bevölkerte Gegenden, bedeutende Städte, und lernte den merkwürdigen Stamm der rothen Kaffern kennen. Zahlreiche Aufschlüsse über Südafrika gab Burchell's 5jährige Reise; die neuesten Nachrichten über das Kaffernland verdankt man Cowper. — Durch alle diese muthigen Reisenden, von welchen die meisten dem Klima oder der Barbarei afrikanischer Völker erlagen, kennt man nun etwa 25 Hauptlinien, zwischen denen aber großentheils die Verbindung fehlt. Von der ungeheuern Ländermasse Central-Afrika's dürften kaum 10000 Quadratmeilen bekannt sein. Für die Aufklärung Afrika's, Civilisation und Ausbreitung des Handels unter seinen Völkerschaften wirken die African Society und African Institution, beide in London.

Amerika's Innere ist wegen der eigenthümlichen Gestaltung dieses Erdtheils ziemlich bekannt. Peru's Unterwerfung vollendete Pizarro von 1526 bis 1530. In derselben Zeit entdeckte Sebastian Cabot Paraguay, die Augsburger Kaufleute Welser nahmen Venezuela in Besitz, Bezerra und Grijalva fanden 1533 Kalifornien auf, welches später Guzman und d'Ulloa näher untersuchten. Gleichzeitig kam Cartier nach Kanada und an die Mündung des St. Lorenz-Stromes, während Diego de Almagro Chili, Pedro de Mendoza die Länder am la Plata-Strome durchzog. Fernando de Soto eroberte 1537 Florida, Orellana befuhr den Amazonenstrom, andere Spanier beschifften die Nordwestküste bis Cabo de Mendoza. Der Mönch Andreas Urdanietta entdeckte 1557 die Behringsstraße, und der Grieche Fuka fand die Meerenge, welche aus dem Königinn Charlottensund in das stille Meer führt. Spaniern und Portugiesen gebührt fast allein der Ruhm der ersten Bekanntmachung Amerika's. — Der Unternehmungsgeist der Engländer regte sich erst gegen das Ende des 16ten Jahrhunderts. Unter Walter Raleigh giengen 1584 zwei Schiffe nach Nordamerika, und nahmen Virginien in Besitz. Doch hatte die angelegte Kolonie keinen Bestand, indem die Anbauer schon 2 Jahre später auf den Schiffen Drake's, welcher Cayenne, Gujana und die Länder an der Magalhaensstraße entdeckt hatte, nach Europa rückkehrten. Erst von 1603 an begannen dauernde Niederlassungen. Der nördlichste Theil Amerika's wurde durch

die unten anzuführenden Polarexpeditionen, dann auch durch den toskanischen Missionär Bizzozero, welcher 1829 aus Oberkanada nach den Attakapas reiste, und durch den Herzog Paul von Würtemberg, welcher die Westländer jenseits der Roky-Mountains besuchte, aufgeklärt. — Ungleich häufiger wurde Südamerika bereist. Viel von seiner neuern Kenntniß verdankt man den Missionen der spanischen und portugiesischen Jesuiten vom 17ten und 18ten Jahrhundert. In letzterem sind Molina's, Azara's, Döbereiner's Reisen wichtig geworden. Vor allem aber hat zur umfassendsten Kenntniß Mexiko's und Südamerika's Al. v. Humboldt's (geb. 14. September 1769) und Aimé Bonpland's große Reise von 1799—1804 beigetragen. Ihr folgten jene von Eschwege, Natterer, Spix und Martius (1817—20) Prinz Maximilian von Neuwied, Aug. v. St. Hilaire, Pöppig, d'Orbigny u. A.

Der Kontinent Australiens wurde erst im gegenwärtigen Jahrhundert, obwohl nur zum Theile erforscht. Die Verdienste hierum gebühren allein Engländern. Die Kolonisten Blaxland, Wentworth und Lawson von Port Jackson überstiegen zuerst die blauen Berge. Den von ihnen gefundenen Paß untersuchte 1813 Evans. Cox bahnte 1814 einen Weg über denselben, auf welchem der Gouverneur Macquarie 1815 in das innere Land vordrang, und die Ebene, auf welcher jetzt Bathurst steht, entdeckte, so wie auch die Zuflüsse des Hawkesbury- und Macquariestromes. Die Forschungen im Innern setzten Oxley 1818 und Cunningham fort. Ersterer fand 1823 den größten Strom Neuhollands, den Brisbane, und mehrere kleinere, während Archibald Bell einen bequemern Paß, als die Coxstraße, über die blauen Berge nach Bathurst ausmittelte. 1825 entdeckten Hume und Howell die mit Schnee bedeckten Südaustralalpen, so wie den aus ihnen entspringenden Humefluß. Stuart drang etwas weiter gegen Westen vor, als Oxley gekommen war und fand die Flüsse Murrumbudschi und Darlington. Der Pflanzer Mackie entdeckte in neuester Zeit einen feuerspeienden Berg in Neusüdwallis. Oxley's und anderer Meinung von einer konkaven Gestaltung des australischen Kontinents, vermöge welcher im Innern ein großer Binnensee sich befände, in den sich die meisten Flüsse ergiessen, ist durch die Entdeckung des an der Südküste ausmündenden Flusses Murrumbudschi, (welcher auch nach der Vereinigung mit dem Lachlan Murray heißt) einigermassen erschüttert worden. Doch ist dieser wichtige Punkt noch nicht entschieden, da Jamison's Reise in die Wellington's Ebene, eigens zu diesem Zweck unternommen, denselben nicht erreichte.

Nähere Aufklärung über die Binnenländer hofft man von der 1929 angelegten Kolonie am Schwanenflusse aus.

Von den Expeditionen, welche zur Erforschung der Gegenden um die **Pole** ausgerüstet wurden, war die bei weitem größere Zahl nach **Norden** gerichtet. Eine **nordwestliche** Durchfahrt nach Indien zu finden, war von jeher Hauptzweck derselben. Während ein sehr großer Theil der Gefahren, mit welchen Reisen in die Aequatorialgegenden der Kontinente verbunden sind, von der Wildheit ihrer Völkerschaften herrührt, kommen die ungeheuern Beschwerlichkeiten, welche Polarreisen darbieten, allein von der Natur. Zur Wuth der Elemente, tödtenden Kälte, dem undurchdringlichen Nebel, den Gefahren des Treibeises gesellt sich noch das unregelmäßige Schwanken der Magnetnadel. — Polarexpeditionen zu dem oben angegebenen Zwecke begannen bald nach der Entdeckung Amerika's. Schon 1457 unter Heinrich VII. versuchte Giovanni Caboto gegen Nordwesten segelnd nach Indien zu kommen, was zwar nicht gelang, wobei er indeß Neufoundland entdeckte. Sebastian Caboto fand später die Insel St. John, und lief in den St. Lorenzbusen ein. Vermuthlich erreichte er auch die Nordküste von Labrador und den 67° nördl. Br. 1517 führte derselbe eine englische Flotte nach Labrador. Sebastian Caboto hat zuerst die Abweichung der Magnetnadel beobachtet. 1577 lief Forbisher in die Hudsonsbai ein, 1587 entdeckte Davis die nach ihm benannte Straße, 1610 entdeckte und benannte Hudson die Hudsonsstraße und Hudsonsbai, deren westl., südl. und nördl. Grenzen später durch Jones, Middleton u. A. bestimmt wurden; 1616 untersuchte Baffin den Norden und Osten der Baffinsbai und fand auf der Westseite unter 74° 30′ den Lankastersund. Vor der Mitte des 18ten Jahrhunderts setzte das Parlament einen Preis auf die Entdeckung einer nordwestlichen Durchfahrt, welchen Ellis vergeblich zu verdienen suchte. Landreisen gegen Norden stellten 1771 Hearne, 1780 Mackenzie an. Letzterer erreichte unterm 69—71° das nördliche Eismeer. 1773 schon unternahm Cap. Phipps mit 2 Schiffen über Spitzbergen nach dem Pole vorzudringen, erreichte aber nur 80° 48′, Cook kam 1778 durch die Behringsstraße nur bis zum Eiskap. Engländer, Russen und Holländer versuchten vergeblich von Europa aus, über den stillen Ocean, eine **östliche** Durchfahrt. — Barrow und seine Anhänger, die **Polisten**, behaupteten in neuerer Zeit nicht nur die Möglichkeit einer nordwestlichen Umsegelung Amerika's, sondern auch jene einer Fahrt quer über den Pol, durch das ihrer Meinung nach, nicht ganz gefrorene Polarmeer. Für beide

wurden vom Parlament und dem damaligen Prinz Regenten hohe Preise ausgesetzt. 1818 sollte Buchan über den Pol, Roß um Amerika in das stille Meer dringen. Ersterer kam über Spitzbergen nur bis 80° 32′, Roß nur bis 75° 55′ n. Br. und 65° 32′ w. L. Parry erkannte 1819 den Lankastersund als eine Straße, drang durch die von ihm zuerst befahrene Barrowstraße in das Polarmeer ein, und überschritt 110° w. L. von Greenwich. 1821 und 1824 auf neuen Reisen suchten Parry und Lyons vergebens eine nördliche Ausfahrt aus der Hudsons- und eine südliche aus der Baffinsbai. — Sabine war 1823 über Spitzbergen bis 81° 75′ gelangt. Schon 1822 war Scoresby der seit langem unzugänglichen Küste Ostgrönlands bis 83° n. B. nahe gekommen. Noch weiter drang 1829—31 Graah vor. Während Roß und Parry zur See eine Durchfahrt suchten, stellten Franklin und Richardson Landreisen an, die erste 1819 bis 21, eine zweite 1824. Beidemale wurden bedeutende Küstenstrecken des nördlichen Eismeeres untersucht. Beechey war 1826 um Kap Horn und durch den ganzen stillen Ocean gesegelt, und aus dem Kotzebuesund nordwärts 120 engl. M. jenseits des Eiskaps vorgedrungen. Er erwartete dort Franklin zu finden, der wirklich nur noch einige 30 M. von ihm entfernt, aber in der Ungewißheit hierüber und aus Mangel an Lebensmitteln umgekehrt war. Parry's neue Expedition nach dem Nordpol 1827 erreichte nur 82° 45′. Auf Roß's letzter Expedition von 1829—33 wurde der magnetische Nordpol bestimmt. — Durch alle diese Unternehmungen wurde der Hauptzweck nicht erreicht, wobei es sich indeß sehr fragt, ob der Gewinn einer nordwestlichen Durchfahrt überhaupt groß wäre, — aber es wurden große Strecken der Nordküste Amerika's und Westküste Grönland's bestimmt, Tiefe, Temperatur, Salzgehalt, Schwere, Strömungen der Polarmeere, Elektrizität und Erdmagnetismus, geognostische Beschaffenheit mancher Küsten und Inseln, Pflanzen, Thiere und Menschen jener hohen Breiten beobachtet.

Expeditionen, welche die russische Regierung zum Theil unter Mitwirkung von Rumjanzow nach Kamtschatka u. s. w., unter Wrangel 1820—24 von Sibirien aus nach dem Nordpol, unter Kotzebue 1824, unter Wasiljeff 1819 nach der Behringsstraße und dem Polarocean absandte, klärten die Beschaffenheit der Nordküste Asiens, Novaja Semlia's, Spitzbergens auf, und entschieden, daß Asien und Nordamerika über den Pol nicht zusammenhängen.

Von viel geringerer Wichtigkeit sind die nach dem Südpol gemachten Reisen. Das Eis reicht an selbem viel weiter herab, und verstattet daher viel geringere Annäherung an den Pol,

als in der nördlichen Halbkugel. Cook kam nur bis 60°, Bellinghausen bis 70°, Weddel 1819 bis 74° 15′′ s. B. Ausser ihnen haben noch Foster, Brown, Powell, Freycinet diese Meere besucht, und spärliche Gruppen beeister Inseln, vielleicht Trümmer eines südlichen Festlandes entdeckt.

Kompendien der mathematischen Geographie haben geschrieben: Bode, J. G. Schmidt, Gries, Plagemann, Tellkampf, Brewer, Reuter, Schuch, Studer; der physischen: Kant, Link, Lamouroux; der physischen und mathematischen: J. C. E. Schmidt, Lichtenstern, Hochstetter, Munke. In eigenthümlicher Erweiterung, und in Zusammenhang mit Geschichte und Natur bearbeitete die Geographie Zeune in seiner „Gea," und Ritter, der eigentliche Schöpfer dieser Richtung, in seiner „Erdkunde im Verhältniß zur Natur und zur Geschichte des Menschen, oder allgemeine vergleichende Geographie". Vollendet ist von diesem ausgezeichneten Werke Afrika, (schon in der dritten Auflage erschienen) und von Asien bereits der wichtigste und größte Theil.

E. Geologie und Geognosie.

Lit. Art. „Geologie" in Gehler's physik. Wörterb. neue Bearb. Bd. 4. — Lyell, Lehrb. der Geologie, 1r Bd. 2, 3, 4tes Kap.

Geologie ist ihrem Begriff nach viel umfassender als Geognosie, und in so ferne sie sich mit Ermittlung des Ursprungs der Erde beschäftigt, viel älter. Sie fließt hiernach mit Kosmogonie und Philosophie zusammen, während Geognosie, eine Wissenschaft der neuesten Zeit, es mit dem Bau, der Folge der Schichten, den Bestandtheilen, den organischen Ueberresten, welche die Erdrinde bilden, und ihren Veränderungen, also mit reinen Beobachtungsgegenständen zu thun hat. — Wir übergehen die Kosmogonieen der orientalischen Völker, die wirklich mehr der Geschichte der Philosophie angehören, — und auch die Mosaische im alten Testament, welche die ganze Frage über den Ursprung der Welt aus dem Gebiet des Forschens in jenes des Glaubens versetzt. Diese Frage wird wohl für immer unbeantwortet bleiben, aber unzweifelhaft vermag die Wissenschaft ihrer Lösung auf unbestimmte Weite nahe zu kommen. Uebrigens werden viele der kosmogonischen Grundideen, welche Thales, Demokrit, Leucipp, Epikur &c. vorgetragen haben, der Natur der Sache nach auch bei ganz verändertem Zustande der Erfahrung, stets wiederkehren müssen. — Die genetischen Theorieen, welche Deskartes, Newton, Kant, Laplace aufstellten, fallen ganz mit ihren Kosmogonieen zusammen. Das Wichtigste dieser, so wie der

Hypothesen von Whiston, Burnett u. A., soll im 8ten Buche dieses Werkes angegeben werden. — Als ursprüngliche Stifter der neptunischen Schule, an deren Spitze in neuerer Zeit Werner stand, können schon Burnett und Whiston angesehen werden, während Hutton's und Büffon's Theorieen denen der neuern Plutonisten mehr oder weniger zu Grunde liegen. Gegen Whiston's Ansicht, daß die Erde aus der allmäligen Umbildung eines Kometen entstanden sei, erklärten sich schon Lambert und Laplace mit Entschiedenheit. Ein neuer Komet sollte nach Whiston die Sündfluth bewirkt haben. — Ray läßt die Erde sich aus dem ursprünglichen Chaos niederschlagen, und mit Wasser bedeckt sein: Erdbeben und vulkanische Ausbrüche erhoben die Meere und das trockene Land. Die Sündfluth erfolgte durch Verrückung des Schwerpunktes der Erde. — Zu den Neptunisten sind auch zu zählen: v. Sprengseysen, Whitehurst, Pallas, Silberschlag, Woodward, Scheuchzer, Hollmann, v. Gleichen, Wallerius, Linné, Gerhard, Pluché, Bourquet, Le Cat, Maillet, Wrede, Lamark, obwohl die meisten mehr oder weniger plutonische Kräfte zu Hülfe nehmen. — Die auffallende Erscheinung der Rechtläufigkeit aller Planeten und Monde brachte schon Büffon auf die Vermuthung eines gemeinschaftlichen Ursprungs derselben. Die Masse aller sollte durch einen Kometen von der Sonne abgestoßen und die einzelnen aus deren in verschiedene Weite geschleuderten glühenden Trümmern gebildet worden sein. So befände sich die Erde, wie alle übrigen Planeten und die Monde, in fortschreitendem Zustande der Erkaltung. Auch Leibnitz ließ die Erde aus einem geschmolzenen Körper entstehen, bei dessen Erlöschen sich das Licht von der Finsterniß schied, und die Schöpfung begann. — Hutton kann man als das erste Haupt der jetzt bei weitem überwiegenden Vulkanisten ansehen. Der Sieg derselben über die Neptunisten wurde durch die Untersuchungen über die Entstehung der Urgebirge entschieden. Hutton bemerkte gegen jene, daß, wäre die ungeheuere Menge Schwefeleisen durch wässerige Auflösung des Eisens und Schwefels gebildet, nothwendig schwefelsauere Metallsalze hätten entstehen müssen. Die gediegenen Metalle rc. könnten nicht wässrig flüssig gewesen sein, und die meisten erdigen Fossilien bedürften ganz undenkbare Wassermengen zur Auflösung. Basalt und Lava seien nahe verwandt. Entscheidend wurden für Hutton's Ansicht Hall's berühmte und gelungene Versuche, feurig flüssige Massen zur Krystallisation zu bringen. Hall, Playfair und Watt erklärten sich für Hutton; Kirwan für Werner, welchem man nebst de la Metherie in Deutschland und Frankreich anhieng. In den Reihen der

neuern Vulkanisten ragen hervor: Breislak, v. Buch, A. v. Humboldt, Elie de Beaumont.

Obwohl man A. G. Werner, geb. 1749, gest. 1817, als Gründer der Geognosie betrachten kann, so darf man die Verdienste Lehmann's und Füchsel's in der zweiten Hälfte des 18ten Jahrh. nicht übersehen. Walch, Knorr und Schröter hatten gleichzeitig die Versteinerungen beschrieben. Werner bestimmte zuerst den Begriff einer Formation, unterschied Ur-, Uebergangs-, Flötz- und aufgeschwemmte Gebirge. Die jüngern Bildungen wurden von ihm fast gar nicht beachtet, der Basalt ganz irrig für neptunischen Ursprungs gehalteu. — Fast gleichzeitig eröffnete v. Saußüre die neuere Geognosie in den Alpen und im Jura, welche er 40 Jahre in der sorgsamsten und umfassendsten Weise untersuchte. Werner entgegen, ließ S. die Berge von innen emporgehoben sein. — An S. schließen sich de Luc und Ebel an.

Im ersten Jahrzehent dieses Jahrhunderts begannen die Epoche machenden Arbeiten G. v. Cuvier's (geb. 25. Aug. 1769, gest. 14. Mai 1832), über die fossilen Thiere. In Rücksicht auf die großen Arbeiten hierüber veranlaßte Cuvier eine geognostische Untersuchung des Pariserbeckens durch Al. Brongniard, wo man dann über der Kreide noch ein eigenes, bis dahin mit dem aufgeschwemmten Lande zusammengeworfenes, mächtiges Schichtensystem (tertiäre Formation) fand, welches später an sehr vielen Orten nachgewiesen wurde. Durch jene petrefaktologischen Arbeiten Cuvier's lernte die erstaunte Welt ganze Reihen jetzt untergegangener wunderbarer Thierformen kennen, welche ihr „Wiedererwecker" aus zerbrochenen Knochenresten zusammensetzte. (Englische Reviewers spotteten damals des „französischen Marktschreiers, welcher den Drachen und Lindwurm wieder in die Zoologie einführen wolle.") — Seit 1825 beobachtete Smith sehr eifrig die Flötzbildungen mit ihren Petrefakten in England, und entwarf von erstern genaue Spezialkarten. Seit 1810 schon war die Neigung für Geognosie in England erwacht, und hat seitdem eine Stärke und Ausbreitung erlangt, wie in keinem andern Lande. 1817 trat in London die Geological Society zusammen. Durch Conybeare und Philipps lernte man eine neue Reihe von Flötzbildungen kennen, und später sie mit den entsprechenden deutschen vergleichen. – Die Wichtigkeit des Petrefaktenstudiums für Erkenntniß analoger Schichten trat immer klarer hervor und gab einer großen Zahl von Werken über fossile Thiere und Pflanzen den Ursprung, unter deren Verfassern wir nur Lamark, Parkinson, Sowerby, Münster,

v. Buch, Bronn, Goldfuß, v. Meyer, Voltz, Kaup, Jäger, Deshayes, Agaßiz, Murchison, Woodward, Roemer, Pusch rc. für die Zoologie, — Ad. Brongniard, v. Sternberg, Lindley, Hutton für die Botanik, — Schlotheim für beide nennen. — In Deutschland fand man in den letzten zwei Jahrzehnten den Keuper und studierte genau die Jurakalkformation. Man erkannte das verhältnißmäßig jugendliche Alter der Kalk- und Sandsteingebilde der Alpen. Auch wurde das schon von Saußüre und Werner angebahnte Studium der Felsarten viel umfassender und strenger betrieben, um welches sich besonders v. Leonhard verdient machte. — Die abweichenden Verhältnisse Italiens wurden durch Gemellaro, Hoffmann u. A. erforscht, die kanarischen Inseln durch L. v. Buch; Al. v. Humboldt gab Aufschlüsse über Amerika und Asien. — Schon 1821 hatte Boué Huttons Ansicht der plutonischen Bildung der Granite unterstützt. Man überzeugte sich immer mehr, daß die krystallisirten Felsarten aus dem Erdinnern zu Tage traten, zum Theil in viel neuerer Zeit, als die von ihnen durchbrochenen Flötzbildungen. Mit Rücksicht auf letztere suchte man das Alter der erstern zu bestimmen. Hiedurch, und indem er den Parallelismus der Streichungslinien sehr zahlreicher Gebirgsketten beobachtete, gelangte Elie de Beaumont zu seiner Bestimmung der Erhebungssysteme der europäischen Gebirge, von welchen er 12 annahm. — In den geologischen Ansichten tritt nun, da jene der Vulkanisten vollkommen überwiegt, kein so schroffer Zwiespalt mehr hervor, wie einst zwischen Werner und Hutton. Doch ist eine bedeutende Verschiedenheit der Meinungen über die Ursachen der großen Veränderungen der Erdoberfläche vorhanden. In allen ältern geognostischen Ansichten nahm man ungeheuere, jetzt nicht mehr vorhandene Kräfte hiefür an, während Lyell und v. Hoff gegen Elie de Beaumont, L. v. Buch rc. sich zu beweisen bemühen, daß jene großen Veränderungen nicht durch gewaltige Katastrophen, sondern durch die ungemein lang fortgesetzte Wirkung der noch jetzt auf der Erde wirksamen Potenzen veranlaßt seien. Sollte auch die Ansicht der Erstern augenblicklichen Bestand gewinnen, so wird man bald zur Ueberzeugung kommen, daß die ehemaligen Kräfte nicht blos quantitativ, sondern qualitativ von den gegenwärtigen verschieden sein mußten. Man wird erkennen, daß es eben so unstatthaft wäre, von einem Manne mittleren Alters, dessen ruhigen Lebensgang man beobachtet, beweisen zu wollen, daß er sich stets in diesem Zustande befunden habe, wie von der Erde. — Unter der großen Zahl verdienter Geognosten der neuern und neuesten Zeit genüge

es noch zu nennen: Faujas St. Fond, d'Aubuisson, de la Beche, Beudant, Omalius d'Halloy, Steffens, Nöggerath, Hoffmann, Klöden, Engelhardt, Roux, Serope, Mantell, Buckland, v. Leonhard, Studer, v. Dechen, Oeynhausen, Maculloch ꝛc. Eine eigenthümliche Richtung schlug Keferstein ein, welcher in seiner Naturgeschichte des Erdkörpers diesen als einen Organismus betrachtete, und ihn nach seinen Organen und Funktionen schilderte.

Specielle Zeitschriften für Geognosie und Geologie sind: v. Leonhard's und Bronn's Jahrbuch für Mineralogie und Geognosie, Karsten's Archiv für Bergbau nnd Hüttenwesen; desselben Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde, die Annales des mines, Kéfersteins Zeitschrift für Geognosie ꝛc.

Besonders gefördert wurde die Geognosie durch die zahlreichen Monographieen, welche über fast alle Länder Europa's erschienen sind.

Unter den allgemeinen systematischen Werken und Kompendien nennen wir: d'Aubuisson de Voisins et A. Burat, Traité de Geognos. 3 vol. Strassb. 2 edit. 1828—35. — Lyell, Principles of Geology, 2 vol. Lond. 1830—31. Von Hartmann's deutscher Bearbeitung dieses Werkes ist Bd. 1 und 3 erschienen; der 2te längst versprochene Band fehlt immer noch. — Handb. der Geognosie von de la Beche. Nach der zweiten Aufl. des engl. Original's bearbeitet von H. v. Dechen. Berlin, 1832. Handbuch der gesammten Mineral. von Walchner. Bd. 2 Geognosie. Karlsr. 1832. — v. Leonhard's Lehrbuch der Geognosie und Geologie. Stuttg. 1835. — Ein leicht zugängliches und doch reichhaltiges Werk für Petrefakten sind die „Lethæa geognostica“ oder „Abbildung und Beschreibung der für die Gebirgsformationen bezeichnendsten Versteinerungen,“ von Dr. H. G. Bronn. Stuttg. Schweizerbart. Bis Ende 1836 sind 5 Lief. erschienen.

F. Mineralogie. (Oryktognosie.)

Bergbau und Metallurgie, zur Gewinnung von Edelsteinen, Metallen und Bausteinen, wurden seit den ältesten Zeiten betrieben, aber die wissenschaftliche Betrachtung der gewonnenen Mineralien begann gleichfalls erst in den letzten Jahrhunderten. Die Alten kannten einige Dutzend Metalle und Steine, welche in ihren Werken ohne System, ohne Ahnung der chemischen Verschiedenheit und des Gesetzmäßigen in der Krystallbildung, mit zum Theil abergläubischen Nachrichten über deren arzneiliche Kräfte zusammengehäuft werden. So erscheint das Buch des sonst trefflichen Theophrastos Eresios περὶ λίθων. — In der Naturgeschichte des Cajus Plinius Sekundus (geb. in Verona 23 n. Chr., gest. 79 beim großen Ausbruch des

Vesuvs, den er beobachten wollte; des größten Polyhistors und Encyclopädisten vielleicht aller Zeiten), beschäftigten sich das 33te bis 37te Buch mit Mineralien und deren technischer Anwendung. Von einer Menge Autoren, aus deren Schriften er schöpfte, sind größtentheils nur die Namen übrig geblieben. Eine Scheidung des eigentlich mineralogischen vom technischen, ökonomischen, staatswirthschaftlichen tritt noch nirgends hervor. So wird im L. XXXIII. beim Golde auch vom Ursprung der goldenen Ringe, dem Recht solche zu tragen, vom Ritterstande, von denen, welche das meiste Gold und Silber besessen haben, vom Vergolden, dem Auripigment, Bernstein, Arzneien aus dem Golde ꝛc. gehandelt; in ähnlicher Weise in den übrigen Büchern. Die Wissenschaft war in jener Zeit noch auf das manigfachste mit dem Leben verwachsen und hatte noch keine selbstständige Existenz gewonnen. — Das Erwachen der Mineralogie nach ihrem mittelalterlichen Schlummer erfolgte mit Agrikola (Bauer), geb. 1490, gest. 1555, dem ersten denkenden Bergmann neuerer Zeit, welcher den Mineralreichthum des Erzgebirges zuerst erkannte, aber hievon die sächsischen Fürsten vergeblich zu überzeugen suchte. In der Mitte des 17ten Jahrhunderts begann mit Becher, dem Henkel und Pott folgten, die Chemie auf die Mineralogie einzuwirken. Pott's Grundsätze der naturhistorischen Systematik wendete Linné's Zeitgenosse Wallerius in seinem damals trefflichen Systema mineralogicum 1772 an. Cronstedt berücksichtigte neben den äußern auch schon die chemischen Kennzeichen. Linné's Verdienste um die Mineralogie sind gering, und eigentlich nur formalistisch. Er selbst sagt in der Vorrede zur Pars mineral. des Syst. Naturae: „Lithologia mihi cristas non eriget; lapides enim, quos quondam in deliciis habui, tradita demum aliis disciplina seposui, neque nunc, nisi lacessitus, recepissem;“ fährt aber doch fort: „Primus anno 1736 lapides in methodum systematicam disposui, constituendo genera fixa characteribus definita, quae omnia non omnibus invisa fuisse, e scriptis successorum intellexi, quamvis nonnulli meis humeris insistentes, circumspexere altius, quaedam mutando addendoque non sine supercilio.“ — Erst mit A. G. Werner, bereits als Begründer der Geognosie genannt, gelangte die Mineralogie, welche Werner zuerst von der Geognosie trennte und für die er eine systematische Terminologie aufstellte, zu einer positiven Grundlage, so wie zu allgemeiner Verbreitung und Anerkennung. Seine Lehre ist am vollständigsten dargestellt in dem von seinen Schülern Hoffmann und Breithaupt bearbeiteten Handbuch der Mineralogie. Karsten verfolgte eine mehr chemische Rich-

tung. — Werner hatte die Krystallformen und die chemischen Verhältnisse viel zu wenig gewürdigt und sein System erscheint daher nur als eine nothwendige Durchgangsstufe. Auf die Wichtigkeit der Krystallgestalten hatte schon Romé de l'Isle aufmerksam gemacht, aber sie wurde ihrem ganzen Umfang nach erst erkannt, als Hauy's bewundernswerther Traité de Mineralogie 1802 u. f. J. erschienen war, in welchem die Krystallographie zuerst wissenschaftlich begründet wurde. Seitdem erfreute sie sich besonders in Deutschland der umfassendsten Bearbeitung, und Weiß, Naumann, Neumann, Mohs, Germar, Graßmann, Breithaupt, v. Raumer, Kuppfer u. A. haben sich um sie bleibende Verdienste erworben. — Gleich sehr wurde seit dem Anfang dieses Jahrhunderts, (zum Theil auch noch durch Bergmann und Scheele gegen das Ende des vorigen) die chemische Untersuchung der Mineralkörper gefördert. Kirwan, Klaproth, Vauquelin, — in neuester Zeit Proust, Rose, Mitscherlich, Fuchs, Kobell u. A. sind hier besonders zu nennen. Chemische und krystallographische Untersuchung unterstützten sich wechselseitig, bald indem die erstere die durch letztere angezeigte Verwandtschaft gewisser Mineralien bestätigte, (so des Berylls und Smaragds, Jargons und Hyacinths, Korunds und der Telesie 2c.) bald indem die chemische Analyse zur Trennung mancher Mineralien bestimmte, welche der krystallotomischen als identisch erschienen waren. Häufig entschied auch die chemische Untersuchung über die wahre Stellung zweifelhafter Mineralien. — Während Cronstedt und Bergmann kaum 100 Mineralgattungen kannten, zählt die neuere Mineralogie ohne die oft höchst wichtigen Varietäten, mehrere Hundert auf, die fast alle nach chemischen, krystallographischen, elektrischen, magnetischen Verhältnissen, äußerer Erscheinung und Vorkommen durchgreifend untersucht sind. — Der Gegensatz, welcher in der neuesten Mineralogie hervorgetreten ist, beruht auf der differenten Ansicht der Klassifikationsprincipien. Die Schule, an deren Spitze Mohs steht, will eine naturhistorische oder eigentlich eine physikalische Behandlung der Mineralogie, stützt sich auf scharfe Charakteristik, streng logische Kennzeichenlehre, und besonders auf die Krystallform. Die Ergebnisse chemischer Analyse werden im Systeme von Mohs (niedergelegt in seinem „Grundriß der Mineralogie und in den „Leichtfaßlichen Anfangsgründen der Naturgeschichte des Mineralreichs“) nur als Zusatz beigefügt. Mohs's System, welches eine eigenthümliche Nomenklatur hat, zeichnet sich auf seinem Standpunkte durch große Klarheit und Konsequenz aus. Ihm sind in der Hauptsache

Jameson und Allan beigetreten. Breithaupt hat in seiner „Vollständigen Charakteristik des Mineralsystems, Dresden 1833", nach ähnlichen Grundsätzen ein eigenes Gebäude aufgeführt, das in seinem neuen „Vollständigen Handbuch der Mineralogie" seine weitere Vollendung erhalten soll. — Die zweite Hauptansicht ist die chemische, und ihr Urheber Berzelius. Dieser, die Mineralogie nur als einen Theil der Chemie betrachtend, gründet auf die elektrochemischen und stöchiometrischen Verhältnisse ein ebenfalls durch Einfachheit und Bestimmtheit ausgezeichnetes Mineralsystem. Als Vermittler beider Richtungen, als Eklektiker erscheinen Hausmann, Gmelin, Leonhard, Naumann, während sich Beudant schon viel mehr den chemischen Principen zuneigt, und das elektronegative Element als systematisches Hauptprincip wählt. Eine eigenthümliche Verschmelzung der beiden Hauptrichtungen findet sich im Systeme von Weiß, welches Hartmann in seinem Lehrbuch der Mineralogie 1835 benützt hat, wo die Ordnungen nach chemischen, die Familien nach chemischen und naturhistorischen Merkmalen zugleich gebildet sind. — Eine solche Verschmelzung ist zwar wünschenswerth, aber sehr schwer befriedigend durchzuführen. Nach meiner Ansicht könnten beide Richtungen auch getrennt fortbestehen. Die Chemie aus der Mineralogie zu verbannen, kann gar nicht beantragt werden; sie aber zur herrschenden Potenz erklären, heißt die Mineralogie als selbstständige Wissenschaft gerade zu vernichten, und sie für einen Bestandtheil der Chemie erklären. Man kann daher doppelte Mineralsysteme aufstellen: rein chemische, in welchen die Mineralien blos als Objekte der Chemie angesehen werden, und mineralogische für den Oryktognosten, Bergmann und Geologen, in welchen man die Mineralien auch nach ihrer Bedeutung und ihren Verhältnissen zum Erdorganismus betrachten wird.

Zeitschriften für Mineralogie sind alle schon bei der Geognosie genannten.

Vorzüglichste Systeme und Kompendien: Handbuch der M. von Hoffmann und Breithaupt, 4 Bde. 1811—18. (Im System und Geiste Werner's.) Hauy, Traité de Mineralogie, nouv. ed. 6 vol. Par. 1822. Mohs, Grundr. der M. 2 Bde. 1822—24. Desselben Leichtfaßliche Anfangsgründe der M. 2te Aufl. 1836. — Leonhard, Handbuch der Oryktognosie, 2te Aufl. Heidelb. 1826. — Jameson, System of Mineralogy, 3 ed. 3 vol. Edinb. 1819. — Beudant, Traité elem. de Mineralogy, 2 ed, 2 vol. Par. 1830—32. — Breithaupt, vollständiges Handbuch der Mineral. 1r Bd. 1836.

G. Botanik.

Lit. K. Sprengel, Geschichte der B. 2 Bde. Altenb. und Leipzig 1817—18. 8. m. K. — Schultes, Grundriß einer Geschichte und Literatur der Botanik. Wien 1817. 8. — Schelver, „die Aufgabe der höhern B." in d. Denkschr. d. Leop. Karol. Akad. Bd. 10 (1821) S. 591. ff. — De Candolle's Jahresber. in der Biblioth. univ. — Exposé des progrés recens de la philosophie botanique par J. Lindley, trad. p. Ch. Martins. Par. 1835. Für d. letzten 3 J.: Meyen's Jahresb. üb. d. Fortschr. d. B. in Wiegmann's Archiv.

Das Bedürfniß war eines der Hauptmotive, welches den Menschen zur frühesten Betrachtung der Natur überhaupt, und der Pflanzenwelt insbesondere führte. Im frühesten Alterthume unterschied man nothdürftig nur die zum Leben unentbehrlichsten Pflanzen. Sprengel zählt aus den heiligen Schriften der Hebräer etwa 70 Spezies auf, welche man noch mit einiger Wahrscheinlichkeit nach der jetzigen Nomenklatur bestimmen kann. Eine noch geringere Zahl findet sich in der Iliade und Odyssee. In den dem Hippokrates oder den Hippokratiden zugeschriebenen Schriften finden sich schon 150 in der Heilkunde gebrauchte Pflanzen. Aristoteles soll zuerst die Pflanzen als belebte Wesen erkannt und ihre Stellung zwischen Thieren und Mineralien gelehrt haben. Leider sind die zwei ächten Bücher desselben über die Pflanzen verloren gegangen. Sein Schüler Theophrastos von Eresus, geb. 371, gest. 286 v. Chr., ist der erste Schriftsteller, von dem ein Werk auf uns gekommen ist, welches eine vollständige Uebersicht der damaligen botanischen Kenntnisse der Griechen gewährt. In „*περὶ φυτῶν ἱστορίας* und *περὶ φυτῶν αἰτιῶν*" beschreibt Th., freilich sehr unvollkommen, etwa 300 griechische Pflanzen. Er wußte, daß die meisten Pflanzen zu Grunde gehen, wenn man sie der Rinde beraubt, und unterschied an dieser schon die Oberhaut. Im Gewebe der Pflanzen bemühte er sich Fasern (Nerven) und Gefäße zu erkennen, wie diese sein Lehrer Aristoteles bei den Thieren gefunden hatte, und sah für erstere ohne Zweifel die Spiralgefäße, für letztere die Interzellulargänge an. Er erkannte wohl das Zellgewebe und die Blätter als Ernährungsorgane, während er vom Geschlecht der Pflanzen nur verworrene Ansichten hatte. Gleich seinen Nachfolgern hatte auch Th. keinen Begriff von der ungeheuern Zahl der Pflanzen. Jener scharf unterscheidende Blick und zergliedernde Verstand der neuern Zeit war dem Alterthum, welches die Naturdinge fast nur in Massen sah, fremd. Mit Aristoteles soll Th. einen botanischen Garten in Athen angelegt haben. — Mit der griechischen Blüthezeit hörten auch die Fortschritte

der Botanik auf. Aus der alexandrinischen Schule gieng kein bedeutender Botaniker hervor. — Die Römer hatten einen zu wenig philosophischen und zu praktischen Geist, als daß die reine Botanik von ihnen hätte gefördert werden können, wogegen ihre Verdienste in der angewandten unläugbar sind. Cato, welcher ein Buch de re rustica schrieb, soll ein geschickter Oekonom gewesen sein, Virgil besang in den Georgicis den Landbau, zeigte positive Kenntniß der ökonomischen Pflanzen und schilderte mit dichterischer Uebertreibung die Wunder des Pfropfens. Columella wußte, daß sich unähnliche Pflanzen nicht aufeinander pfropfen lassen. — Dioskorides, Zeitgenosse des Nero, ist der zweite bedeutende Schriftsteller in der Botanik des Alterthums. Aus seinen ungemein oft kommentirten Schriften schöpften die Aerzte und Apotheker bis zum Schluß des Mittelalters. System, Anatomie, Physiologie sind ihm unbekannt, der Arzneigebrauch das wichtigste. Sibthorp's und Anderer Bemühung gelang es, einen großen Theil der von Dioskorides beschriebenen 1200 Pflanzen zu bestimmen. — Von des Plinius Historia naturalis handeln die Bücher XII. bis XXVII. einschließlich von den Pflanzen. — Unter den Arabern zeichneten sich die Aerzte Rhazes und Avicenna durch umfassendere Pflanzenkenntniß aus. Durch die berühmte, im 12ten Jahrhundert blühende Schule von Salerno kamen ihre Schriften auf uns. — Arabische und persische Aerzte hatten den Pflanzen des Dioskorides etwa 200 beigefügt; das Mittelalter hatte diese Zahl um nichts vermehrt, so daß die Zahl der bis zum 15ten Jahrhundert bekannten Pflanzen etwa 1400 betrug. Bis an das Ende des 15ten Jahrhunderts hatte man sich begnügt, Theophrast, Dioskorides und Plinius zu lesen. Jetzt begannen botanische Werke zu erscheinen; zuerst 1480 ein kleines Buch von Emilius Macer, schon mit — freilich sehr rohen Abbildungen — geziert. Etwas besser waren die Tafeln des Peter de Creszentiis von Bologna. In diese Zeit fallen auch die Werke des Theodor Gaza, Valla, Barbarus, Leonicenus, Vergilius, Monardus. Auf italienischem Boden begannen die meisten vom Alterthum übrig gebliebenen Keime zu treiben. Freilich kopirte man fast immer noch die Alten, und wendete häufig ihre Namen und Beschreibungen auf ganz verschiedene Pflanzen an. Marko Polo, Simon de Cordo lernten durch ihre Reisen im Orient eine Menge den Alten unbekannter Pflanzen kennen; auch das mittlere und nördliche Europa bot deren eine große Zahl dar. Man war also vielfach veranlaßt, vom Bücherstudium zu dem der Natur überzugehen. Otto Brunfels, gest. 1534, beschrieb und bildete die Pflanzen Frank-

reichs, Deutschlands und der Schweiz ab, freilich noch roh und ohne Ordnung. Besseres leisteten schon Hieronymus Tragus, Fuchsius, Pona, Thalius. Belon und Rauwolf durchstreiften Griechenland und die Levante, Alpinus beschrieb um 1580 die Pflanzen Aegyptens. — Ueberraschend herrlich mußte die tropische Pflanzenwelt auf die ersten Beschauer wirken. Obwohl Indien sogar etwas eher von Europäern besucht wurde, als Amerika, so kamen doch aus letzterem früher ihm eigene Gewächse nach Europa: zuerst natürlich ökonomisch wichtige, so der Mais, der Tabak, die Ananas; während man andere durch Beschreibung kennen lernte, wie den Baumwollenbaum, die Yamswurzeln, die balsamgebende Amyris. Bald beschrieb Oviedo de Valdes die Pflanzen der Terra firma, Cabeca de Vacca jene der beiden Floridas, Lopez de Gamara die Mexikanischen, besonders die amerikanische Agave, den Coschenillenkaktus, den Kakaobaum; Çarate führte unter den merkwürdigen Pflanzen Peru's die Kartoffel auf. Brasiliens Pflanzen wurden von Thevet, Leri, Benzoni beschrieben. Unter jenen ältesten um die amerikanische Flora verdienten Reisenden sind auch Monardes und Acosta zu nennen. — Hatten die Erklärer der Alten überall in der Natur deren Pflanzen zu erkennen geglaubt, so meinten — eben so unrichtig — alle diese Reisenden mehr oder weniger, in jenen fernen Ländern die europäischen Gewächse wieder zu finden, woraus zahlreiche Irrthümer hervorgiengen. — Die erste Eintheilung der Pflanzen nach Samen und Blume in Arten, Geschlechter und Klassen, versuchte der durch eminente Gelehrsamkeit hervorragende Konrad Geßner, geb. 1516, gest. 1565. Neben Geßner zeichneten sich aus: Dodonaeus und Lobel, vorzüglich aber Clusius oder Charles de l'Ecluse, geb. 1525, welcher zu seinen sehr kenntlichen, saubern Holzschnitten musterhafte Beschreibungen gab, und neben der Natur auch die Alten sehr gut kannte. Clusius eröffnete eine Reihe ausgezeichneter Botaniker: Caesalpin, Dalechamp, Camerarius, Tabernämontanus, Columna, Joh. und Kasp. Bauhin, Ray, Magnol, Morison. Am meisten ragen die Bauhin, Magnol und Ray hervor, welche sich vorzüglich um die Klassifikation verdient machten; (die Bauhin und Ray auch noch um die Synonymie und Angabe der Standörter) dann der scharfsinnige Cäsalpin, geb. 1519, der einzige, welcher seit Theophrast Bau und Leben der Pflanzen studierte. Er sah bald ein, daß die eigenthümlichen Saftgefäße der Pflanzen nicht den Adern der Thiere gleich seien, und bewieß, daß das Mark viel weniger zum Leben beitrage als die Rinde; er verglich das Samenkorn dem Thierei, und erkannte den

Embryo als den wesentlichsten Theil von jenem, und die Zahl der Samenlappen als ein Unterscheidungsmoment der großen Abtheilungen des Pflanzenreiches. — In einer Schrift von Zaluziansky von 1604 werden zuerst zwitter- und eingeschlechtige Blumen unterschieden, die Organe der Blume genau beschrieben, und ziemlich gute Ansichten über Klassifikation dargelegt. — Wir übergehen eine Reihe minder bedeutender Botaniker des 17ten Jahrhunderts. So groß auch die Verdienste eines Jungermann, Lösel, Jung, Boccone, Barrelier, Commelyn, Camerarius, Herrmann, Rivin, Pluknet, Petiver, Plumier rc. sein mögen, so wurde doch durch keinen eine neue Bahn gebrochen.

In die erste Hälfte des 17ten Jahrhunders fällt eine Erfindung von außerordentlicher Wichtigkeit für die Fortschritte der anatomischen und physiologischen Botanik und der Naturwissenschaften überhaupt. Wir meinen jene des Mikroskops, durch welches allein die Erkenntniß zahlreicher Organismen und ihrer Elementarstruktur möglich wurde. (Auf das einfache Mikroskop kam man bald nach Erfindung der Linsen; das zusammengesetzte soll gegen 1620 von Jansen oder Drebbel erfunden sein, und wurde 1660 von Hooke verbessert. Die einfachen Mikroskope wurden in neuester Zeit durch Chevalier, Wollaston u. A. vervollkommt; Brewster schlug statt der Glaslinsen die Krystalllinsen von Fischen vor, Sivright ein Glasstückchen, das mittelst des Löthrohres in der kleinen Oeffnung einer Platinplatte zur Kugel geschmolzen wird. In neuester Zeit gebraucht man auch für einfache und zusammengesetzte Mikroskope Linsen aus Granat, Saphir und Diamant. — Die ältern Naturforscher gebrauchten meistens das einfache Mikroskop, welches zur Untersuchung sehr feiner Gefüge sich besser eignet, und die Gegenstände im auffallenden Licht zu betrachten gestattet, — die neuern wenden hingegen fast immer das zusammengesetzte Mikroskop an, welches ein größeres Gesichtsfeld gewährt, und zu vielerlei Manipulationen viel bequemer ist. M. Campani und Ramsden brachten bei diesem um die Mitte des 18ten Jahrhunderts das Kollektivglas zwischen Okular und Objektiv an, ein wesentlicher Fortschritt zum Achromatismus und zur Präzision. Unter den ältern Mikroskopen behaupten die des Engländers Adams wohl den ersten Rang; unter den neuern jene des Engländers Pritchard, des Franzosen Chevalier, der Deutschen Fraunhofer, Plößl und Schiek-Pistor. Die Instrumente von Plößl und Schiek-Pistor sind die vollkommensten, und dürften etwa gleichen Werth haben. Am Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts

führte man achromatische Objektive ein. Um die sphärische Abweichung zu heben, fieng man vor etwa 15 Jahren an, — zuerst, wenn ich nicht irre, Selligue — mehrere, gewöhnlich 3 achromatische Objektive untereinander zu schrauben, wodurch zugleich ungemeine Lichtstärke und bedeutendere Vergrößerungen gewonnen wurden. Für die Beleuchtung opaker Gegenstände wendete man zuerst Konvexlinsen, dann auch Prismen an; bei den einfachen Mikroskopen Lieberkühn'sche Spiegel. Um dunkle Objekte noch deutlicher zu zeigen, führten Plößl und Schiek-Pistor neben den gewöhnlichen in die Tiefe schauenden Okularen noch aplanatische ein. Amici's katoptrische oder Spiegelmikroskope scheinen nicht sehr in Aufnahme gekommen zu sein, da bei stärkern Vergrößerungen der Lichtverlust zu bedeutend wird. — Auch der mechanische Theil der Mikroskope wurde seit 60 Jahren ungemein verbessert. Man brachte für die vertikale Verschiebung des Rohres und Objekttisches feinere und gröbere Bewegungen durch Schrauben oder Getriebe an, — ausserdem Schraubenbewegungen zur horizontalen Verrückung des Tisches. — Um die Größe der Gegenstände messen zu können, gab man den Mikroskopen zuerst Linearmikrometer bei, wo jene unmittelbar mit den verschieden großen mittelst der Theilungsmaschine in Glas eingeschnittenen Theilen einer Linie verglichen werden. Später — zuerst Fraunhofer, jetzt auch Plößl, Schiek-Pistor rc. — verband man mit ihnen Schraubenmikrometer, durch welche die Größe einer horizontalen Verrückung des Objekttisches und hiemit des Gegenstandes an einer Skala gemessen wird, welche auf den unbeweglichen Theil des Mikroskops, und auf das mit der Schraube verbundene Rad gravirt ist. Gewöhnlich kann man bis auf $1/_{10000}$ Linie messen. Beobachtet wird die Verrückung an einem zwischen Okular und Objektiv eingespannten Fadenkreuze. — Zu allen diesen Bereicherungen kommen nun noch Vorrichtungen zum Zeichnen: 1) durch Anwendung einer Camera lucida, 2) bei Horizontalstellung des Rohres und Vertikalstellung des Tisches durch Gebrauch eines vor dem Okular eingeschraubten Sömmering'schen Spiegels, 3) durch Brechen des Rohres in 2 unter einem rechten Winkel verbundene Theile, Anbringen eines Prismas im Winkel selbst, und des Sömmering'schen Spiegels am Okular, wobei der Tisch in der gewöhnlichen Horizontalstellung bleibt, und also auch Flüssigkeiten und Gegenstände in ihnen beobachtet und gezeichnet werden können. — Der mikrotomische Quetscher Purkinje's entspricht den alten Preßschiebern, gestattet aber eine viel feiner graduirte Festhaltung und Zerdrückung

der Objekte. — Man hat bei den neuesten Mikroskopen die Vergrößerung der Durchmesser der Gegenstände auf 1500—2000 Mal getrieben. Ein von Amici 1829 der Pariser Faculté des lettres übergebenes dioptrisches Mikroskop steigt sogar auf 2381 und 4135malige Vergrößerungen. Unter zahlreichen, trefflichen Mikroskopen von Fraunhofer, Plößl und Schick-Pistor, welche ich vergleichen konnte, fand sich jedoch noch keines, welches nur bis auf 1000malige Durchmesservergrößerung befriedigende Präzision und Klarheit bewährt hätte). — Die vorzüglichsten mittelst des Mikroskops in der Pflanzenkunde gemachten Entdeckungen finden sich weiter unten angeführt. — Eine neue Epoche der beschreibenden und systematischen Botanik beginnt mit Tournefort, geb. 1656, gest. 1708. Sein System ist in den nach seinem Tode erschienenen »Institutiones rei herbariae« 3 vol. 4. 1717—19 niedergelegt. Auf seinen Tafeln finden sich zuerst Analysen. Seine Klassen ruhen auf Blumenkrone und Frucht; auf die Geschlechtsorgane legte er wenig Gewicht, und glaubte nicht an die befruchtende Kraft des Samenstaubs. Fehlerhaft ist seine Eintheilung in Bäume, Sträucher, Kräuter. Er zuerst führte die Genera ein, die er auf minder wichtige Theile der Blume und Frucht, auch auf Blätter, Zwiebel etc. gründete. Sein System, in welchem über 10000 Pflanzenformen aufgezählt werden, blieb herrschend über die erste Hälfte des 18ten Jahrhunderts fast in ganz Europa, und wurde vorzüglich durch seinen Schüler Vaillant verbessert, welcher die Sexualität der Pflanzen deutlich erkannte, und unermüdlich besonders die kleinsten Gewächse, Moose und Pilze studierte. — Gleichzeitig mit Tournefort oder bald nach ihm lebten: Sloane, Sherard, Rudbeck, J. J. Scheuchzer, J. Scheuchzer, M. S. Merian, Boerhaave, geb. 1668, gest. 1738, Kämpfer, Ruppius, Dillenius, Micheli etc., beide letztere namentlich um die Kenntniß der Kryptogamen verdient. Gegen das Ende der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts begann die Wirksamkeit des großen Karl v. Linné, geb. 23. Mai 1707 zu Röshult in Smoland, gest. 10. Januar 1778, Gründers einer neuen Richtung in der Botanik, wie in der Naturgeschichte überhaupt. Die Idee seines weltbekannten Sexualsystems faßte er im 24ten Jahre. In der Flora lapponica von 1735 finden sich die Pflanzen schon nach den Staubwegen geordnet. 1735 erschien auch die erste Ausgabe des Systema naturae, seu regna tria naturae systematice proposita per classes, ordines, genera, species. Lugd. Batav. Fol. welcher im Leben Linnés noch 11 andere folgten. Zahlreiche Abhandlungen in den Denkschriften mehrerer Akademieen, Monographieen,

Spezialwerke, die Philosophia botanica etc. dienten ausserdem zur nähern Begründung dieses eben so originellen als unnatürlichen und vielleicht unentbehrlichen Systems, in welchem fast aus jeder Seite der Witz, Scharfsinn, die Klarheit, Ordnung, Beharrlichkeit, ja selbst der poetische Geist des Autors hervorleuchten. L. setzte die Sexualität ausser Zweifel, gründete eine feste Kunstsprache, Methode, und doppelte Nomenklatur. Durch ihn wurden der »scientia amabilis« vor allen andern Naturwissenschaften Verehrer auf der ganzen Erde gewonnen. Seine Schüler und Anhänger verbreiteten sich durch alle Länder, und nie hat ein Naturforscher, selbst Aristoteles, Newton und Cuvier nicht, solch universellen Ruhm erlangt. Nur Frankreich entzog sich seinem Einflusse durch die Jussieu, und in Deutschland Haller. Anhänger der Linné'schen Schule, obwohl selbstständige Forscher, verdient um Verbesserung des Systems, Verfasser von Floren, Bearbeiter bisher vernachläßigter Theile der Pflanze oder Pflanzenwelt, Beschreiber neuer Pflanzen ꝛc. waren oder sind: Gronovius, die Gmelin, Hill, Allioni, Oeder, Burmann, Scopoli, Schreber, Schrank, geb. 1747, gest. 1835, Jacquin, Schäffer, Gleditsch, Bergius, Pallas, König, Commerson, Aublet, Forster, Rottböll, Mönch, Bulliard, Retzius, Thunberg, Banks, Hedwig, Hoffmann, Cavanilles, Gärtner, Olof Swartz, J. E. Smith, Aiton, Loureiro, la Billardiere, Römer, Usteri, Schultes, Vahl, Schrader, Roxburgh, Wendland, Persoon, Masson, Andrews, Ventenat, Desfontaines, Waldstein, Ch. K. Sprengel, K. Sprengel, Bridel, Esper, Acharius, Ruiz, Pavon, Michaud, Palisot de Beauvois, v. Hoffmannsegg, Flörke, Fröhlich, Röhling, Willdenow, Hoocker, v. Biberstein, Lyngbye, Koch u. A.

Während Linné im Norden und Osten von Europa den Scepter der Wissenschaft hielt, erwachte im Westen eine andere Richtung, jene der natürlichen Methode, in welcher die Pflanzen nicht nach einzelnen willkührlich gewählten Merkmalen, sondern nach dem Inbegriff ihrer Organisation, und nach ihren Verwandtschaften geordnet sind. Erst Bernard de Jussieu, geb. 1699, gest. 1776, Mitglied einer berühmten Gelehrtenfamilie, jüngerem Bruder des auch verdienten Antoine de Jussieu, gelang dieses in solchem Grade, daß sich die Prinzipien seines Lehrgebäudes bis jetzt erhalten haben. Linné selbst bewunderte ihn ungemein. Im Garten zu Trianon versammelte J. auf Ludwigs XIV. Auftrag alle französischen Pflanzen und ordnete sie nach seiner Methode. Seinem Neffen Antoine Laurent de Jussieu, geb. 1748, gest. 1836, verdankt der Jardin

des plantes zu Paris vorzüglich seinen hohen Standpunkt, und die Wissenschaft die Durchführung d. nat. Meth. in den klassischen Genera plantarum secundum ordines naturales disposita etc. 1789. Dessen Sohn Adr. d. J. ist gleichfalls ein verdienter Botaniker. — Um Ausbildung und Anwendung der natürlichen Methode haben sich zahlreiche Botaniker der neuern und neuesten Zeit verdient gemacht, unter welchen wir nur Lamark, Gaudichaud, Du Petit Thouars, Hayne, Aug. St. Hilaire, Ledebour, Lindley, Nees v. Esenbeck, Wallroth, Fries, Pohl, Endlicher, Reichenbach, die Richard, Aimé Bonpland, Link, Bartling, Blume, Bory de St. Vincent, Ad. Brongniart, v. Chamisso, Bartoloni, H. Cassini, Zuccarini, Bischoff, Pöppig, Tenore, Kunth, v. Martius (geb. 1794), Robert Brown, de Candolle nennen. Manche von ihnen sind auch als Reisende ausgezeichnet, oder als Verfasser von Floren. Leider verstattet uns der Raum nicht, in eine speziellere Bezeichnung ihrer Verdienste einzugehen. Robert Brown ist ausgezeichnet durch seine Geschicklichkeit, mit dem Mikroskope umzugehen, und die kleinsten und verborgensten Theile von Blüthe und Frucht zu entwickeln, so wie noch mehr durch Originalität, Umfang und Tiefe seiner Ansichten. De Candolle, geb. 1778, Schöpfer eines eigenen auf den anatomischen Bau gegründeten natürlichen Systems, hat in allen Theilen der Botanik mit Glück gearbeitet, und zeichnet sich durch Klarheit, Präzision und Eleganz der Darstellung aus. — Die vorzüglich von Al. v. Humboldt begründete Pflanzengeographie erfuhr zuerst eine umfassende Bearbeitung durch Schouw; um sie hat sich auch Wahlenberg verdient gemacht. Zur Lehre von den Standörtern wurden in neuester Zeit von Unger und Heer zahlreiche Beobachtungen geliefert.

Was die Fortschritte der Anatomie und Physiologie der Pflanzen seit Erfindung der Mikroskope betrifft, so wurden die ersten Entdeckungen hiemit erst in der zweiten Hälfte des 17ten Jahrhunderts gemacht. 1661 schon erkannte Henshaw die Tracheen. Die Gründer der Pflanzenanatomie sind aber Malpighi und Grew. Der erstere legte seine Untersuchungen 1671 der Royal Society zu London vor, und sie erschienen auf Kosten derselben 1676. Er erkannte besser als Grew die Interzellulargänge, Lage der Tracheen, den Zweck der Kotyledonen, und beobachtete die Sporen mehrerer Kryptogamen. Grew beobachtete gleich dem vorigen fast alle Elementorgane, ausserdem die Organe der Blume, und hatte von der Sexualität der Pflanzen sehr richtige Begriffe. Im 18ten Jahrhundert geschah nichts für die Pflanzenanatomie; im

19ten wurde sie in Deutschland durch Moldenhawer, Rudolphi, Kieser, Link mit größtem Erfolge wieder aufgenommen. Ihnen folgten Mirbel, die Treviranus, Mohl, Meyen, Corda u. A. nach. — Am Ende des 17ten Jahrhunderts erhob sich in Frankreich eine eigene Schule, der iatromathematischen vergleichbar, bemüht, die Erscheinungen des Pflanzenlebens auf mechanische Weise zu erklären. Perrault, de la Hire, Mariotte, Dodart gehörten zu ihr. Mit Uebergehung der noch wenig erfolgreichen Versuche Magnol's, Woodward's, Neuwentyt's, Wolf's ꝛc. führen wir als ausgezeichnete Forscher im Gebiete des Pflanzenlebens Hales an, dessen Statik der Gewächse 1727 erschien; ferner Duhamel de Monceau, welcher in seiner Physique des arbres. 4. Par. 1758. großes Beobachtungstalent entwickelte; Guettard, Sennebier, Bonnet, de Saußüre, Ingenhouß, Priestley, durch deren Versuche das wahre Verhältniß der Respiration und Exhalation der Pflanzen ermittelt wurde. — Bald begann die immer vollkommener aufblühende Chemie Einfluß auf die Pflanzenphysiologie zu äußern. In Köhlreuter's, Schrader's, Theod. de Saußüre's Werken sind die Keime der Pflanzenchemie niedergelegt, die in jenen von John, Davy, Chaptal, Hermbstädt, Runge, Berzelius, Chevreul, Raspail sich weiter entwickelten. — Die erste Darstellung einer Entwicklungsgeschichte der Pflanze gab Göthe in dem „Versuch die Metamorphose der Pflanzen zu erklären“ schon 1790; eine noch tiefer gehende Meyer in der Linnaea 1832. — Oken's eigenthümliches, zuletzt in seinem Lehrbuch der Naturphilosophie 1831 entwickeltes Pflanzensystem ist auf die morphologischen und Entwicklungsverhältnisse gegründet. — Unter den neuern Phyto-Physiologen nennen wir noch Turpin, Brißeau, Mirbel, Corti, Virey, Dutrochet, Keith, Agardh, die beiden Treviranus, vorzüglich Christian Ludwig T., C. G. Bischof, Rothe, Schulz, Mohl, Reum und de Candolle, dessen umfassendes Werk über Pflanzenphysiologie durch Röper's deutsche Bearbeitung ungemein gewonnen hat. Die Gesetze der Blattstellung wurden von Schimper und Braun entwickelt.

Neben der Kenntniß des Pflanzenorganismus hat sich auch die Zahl der beschriebenen Pflanzen ungemein vermehrt. Linné kannte etwa 8000 Spezies, Sprengel zählte 1825—28 etwa 44,000 auf; seitdem sind wenigstens 16000 neue beschrieben worden.

Die medizinische Botanik wurde besonders bearbeitet von Graumüller, Dierbach, de Candolle, Richard, Heyne, Nees v. Esenbeck, Kosteletzky. Die ökonomische und Forstbotanik von zahlreichen Schriftstellern, unter welchen wir nur

Whißling, Dumont de Courset, Bechstein und Hundeshagen nennen.

Die Botanik im Allgemeinen, so wichtig als Wissenschaft nud für das Leben, hatte sich mannigfacher Begünstigung von Seite der Regierungen und Privaten zu erfreuen. Zahlreiche Lehrstühle wurden für sie errichtet, botanische Reisen von Gouvernements, Vereinen und Privaten veranstaltet, das Erscheinen ungemein vieler Prachtwerke möglich gemacht, reiche Bibliotheken, Herbarien und botanische Gärten angelegt. Der Ursprung der letztern verliert sich in's graue Alterthum. Wir übergehen die Gärten der Hekate und Medea in Colchis, Theophrast's Garten in Athen, jene der Könige Attalus Philometor und Mithridates, des Antonius Castor, und die, welche Karl d. G. bei den kaiserlichen Pfalzen und Burgen anlegen ließ. Der erste eigentlich botanische Garten wurde von Matthaeus Sylvatikus im Anfang des 14ten Jahrhunderts zu Salerno, jenem Glanzpunkt mittelalterlicher Medizin und Naturwissenschaft eingerichtet. 1433 ließ die Republik Venedig einen öffentlichen medicinischen Garten anlegen; einen andern fast gleichzeitig Alphons von Este in Ferrara, worauf botanische Gärten in Padua, Pisa, Pavia, Montpellier, Leyden 1577, Paris 1633, und später in ganz Europa und einigen Hauptstädten sogar der übrigen Erdtheile gegründet wurden. Bei so unermeßlichen Anstrengungen, so allgemeiner Theilnahme darf man sich nicht wundern, wenn die Botanik eine Vollendung erreicht hat, wie vielleicht keine andere Naturwissenschaft. Es scheint, als könne sie wirklich keine bedeutenden Fortschritte mehr machen, wenn nicht wieder ein großer Genius ersteht, welcher für sie eine neue Richtung eröffnet.

Zeitschriften für Botanik sind: Linnaea, herausgegeben von Schlechtendal seit 1826; Flora oder bot. Zeitung, Regensburg seit 1818; und seit 1834 eine eigene Sektion der Annales des scienc. nat. etc.

Von Spezialwerken und Systemen nennen wir: Caroli Linnaei Syst. Vegetabilium, ed. XVI. cur. C. Sprengel. Vol. 1—5. Gottingae 1825—28. Tentamen Supplementi ad. ed. XVI. auct. A. Sprengel. Gotting. 1828. — C. Linnaei Syst. Genera, Species Plantar. uno volum. ed. H. E. Richter. Lips. 1835. — A. P. de Candolle, Prodrom. System. nat. regni veget. Vol. 1—4. Par. 1824—35. — Kunth, Enumer. Plantar. vol. 1—3. Tüb. 1824—36. — de Lamarck, Encycl. meth. Botanique. vol. IV. Par. 1783—96. Contin. par Poiret. vol. V—VIII. Par. 1804—8. Supp. p. Poiret. vol. I—V. Par. 1810—17. — A. L. de Jussieu, Genera Plantar. sec. ord. nat. disp. Par. 1789. — Gen. Plant. meth. nat. disp.

auct. St. Endlicher. Vienn. 1836—37. — An Introduction to the natur. Syst. of Botany etc. by Lindley. Lond, 1820. — Bartling, Ordines naturales Plantarum etc. Gotting. 1830. — Von den zahlreichen kleinern Werken zum Bestimmen der am häufigsten vorkommenden Pflanzen und den Floren Deutschlands führen wir nur an:

H. F. Link, Handb. zur Erkennung der nutzbarsten und am häufigsten vorkomm. Gewächse. 3 Thl. Berl. 1829—33. (Nach d. nat. System.) — Mößler's Handb. der Gewächskunde ꝛc. 3te Aufl. von H. G. L. Reichenbach. 3 Bde. Altona 1833—34. (Linn. Syst.) — Röhling's Flora Deutschlands. 3te Aufl. bearb. von Koch und Martens. Bd. 1—4. 1824—33. — Synopsis Florae Germanic. et Helvetic. auct. G. D. J. Koch, Francof. ad Moen. 1836.

Von allgemeinen Werken für Theorie und Lehrbüchern: C. Linnaei, Philosophia botanica etc. ed. 4. stud. C. Sprengel. Hal. 1809. — Willdenow, Grundriß d. Kräuterkunde. 7te Aufl. Herausgeg. von H. F. Link. Berl. 1831. — A. P. de Candolle, Theor. element. de la Botanique. 2de ed. Par. 1819. — Elemens de Physiologie veget. et de Bot. par Brisseau-Mirbel. Par. 1815. — Link, Elementa philos. botan. Berol. 1824. — Grundz. der Anfangsgr. der Bot. v. Lindley. Aus d. engl. Weim. Ind. Kompt. 1831. — A. Richard, neuer Grundr. der Bot. u. d. Pflanzenphysiologie, übers. nach der 4ten Ausg. von M. B. Kittel. 2te Aufl. Nbg. 1831. — Agardh, Lehrb. der Botanik. 1te Abth. Organographie. Aus dem Schwed. von L. Meyer. Kopenh. 1831. 2te Abth. Biologie; übers. v. Creplin. Greifsw. 1833. — De Candolle, Organographie végétale. 2 vol. Par. 1827. (Uebers. von Meisner.) — Id. Physiologie végétale. 3 vol. Par. 1832. (Uebers. von Röper.) — Lehrb. d. Bot. von Dr. G. W. Bischoff. 1r Bd. 1834. 2r Bd. 1r Th. 1836. Stuttg. — Al. de Candolle, Introduction a l'étude de la Botanique etc. 2 vol. Par. 1835.

Von Engelmann war 1835 eine „Bibliotheca botanica, oder Verzeichniß der von 1750—1835 in Deutschland und angrenz. Ländern erschienenen Bücher über das ganze Gebiet der Pflanzenkunde" angekündigt, von welcher ich nicht weiß, ob sie erschienen ist.

Seit längerer Zeit werden auch Sammlungen getrockneter Pflanzen herausgegeben, so von Funke (Kryptogamen), Jürgens (Wasseralgen), Reichenbach (Phanerogamen), Schärer (Flechten), Kützing (Süßwasseralgen) ꝛc.

II. Zoologie.

Lit. Spix, Geschichte und Beurtheilung aller Systeme in der Zoologie. Nbg. 1811. — Für Gesch. der Herpetologie vergl.

man: Dumeril, Erpétologie générale, vol. 1. Par. 1834. p. 225 sq. — Für Gesch. der Ichthyologie: Cuvier et Valenciennes Hist. nat. des poissons vol. 1. — Für Gesch. der Entomologie: Eifelt, Geschichte, Systematik und Literatur der Insektenkunde rc. Lpzg. 1836. — Für Gesch. der Helminthologie: Rudolphi, Entozoorum historia naturalis. vol. 1. — Für Gesch. der Phytozoologie: Ehrenberg, Denkschr. d. k. Akad. zu Berlin, Jahrg. 1832. Seite 228. — Für Gesch. der Kenntniß der Infusorien: Ehrenberg, daselbst, Jahrg. 1830 S. 3. — Für Fortschritte der gesammten Z. in den letzten 3 Jahren: Wiegmann's Berichte in seinem Arch. f. Naturgesch. unter Mitwirkung von Burmeister.

Gründer der Zoologie ist Aristoteles, geb. 384 v. Chr. zu Stagira, gest. 322 v. Chr. Leider sind von seinen zoologischen Schriften nur 9 Bücher, „περὶ ζώων ἱστορίας“ auf uns gekommen. In denselben werden die Thiere der umfassendsten Betrachtung, nach Aehnlichkeit und Verschiedenheit, Lebensart, Sitten, Organen, Entwicklung und sogar (was die Neuern fast gänzlich vernachläßigen,) nach ihren psychischen Eigenschaften unterworfen. Als Muster wird gleich im ersten Buch der Mensch meisterhaft geschildert. Die Thiere werden in 2 große Abtheilungen: solche mit, und solche ohne Blut gebracht, und die Blutthiere nach den Extremitäten, die Blutlosen gemäß der Lage der weichen und harten Theile nach innen oder aussen in Klassen getheilt, wovon sich einige mehr oder weniger bis jetzt erhalten haben. Die zwei letzten Bücher handeln fast allein von den Seelenvermögen, den Verhältnissen der Thiere unter sich nach Geschlecht, Familien und ganzen Klassen. Im 8ten Buch wird auch von der innigen Verwandtschaft der unbelebten und belebten Natur, der Pflanzen mit den Zoophyten gesprochen. Kein Zoolog nach A. hat seine Universalität erreicht. Doch ist der von ihm gebotene Reichthum kein systematisches Ganze, sondern ein Untereinander von Beobachtungen und Ansichten. Obwohl ein Gegner der Spekulation, übt er doch häufig die Abstraktion und liebt am Ende weitläufiger Untersuchungen zu generalisiren. — Erasistratus und Herophilus, Schüler des Aristoteles, haben mehr Verdienste um Anatomie, als um Zoologie. — Nikander von Kolophon lieferte in seinen poetischen Werken Θηριακὸν und Ἀλεξιφάρμακον Beschreibungen von dem Aeußern der Giftschlangen, Skorpionen, Spinnen, einiger Insekten rc. — In Rom wurde für die Zoologie wenig geleistet. Desto besser verstand sein welteroberndes Volk die Thierwelt zur ungeheuersten Schwelgerei zu mißbrauchen.

So legte Fulvius Hirpinus θηριοτροφεῖα für Nage- und Schalthiere an, Laenius Strabo u. A. Aviaria, Sergius Orata Austerbehältnisse, Lucinius Muraena Piszinen. Bei den Triumphgastmalen der spätern Konsuln und der Kaiser wurden Tausende seltener und kostbarer Thiere verzehrt, und in den Spielen des Cirkus kamen zur Belustigung des römischen Pöbels andere Tausende wilder Thiere um, welche man, wie Elephanten, Rhinozerosse, Panther, Löwen, Tiger, Krokodille rc., ja sogar Giraffen und Nilpferde aus dem innern Afrika und Asien herbeigeschafft hatte. — Die reichen Römer beschäftigten sich auf ihren Villen mit der Viehzucht, worüber Cato, Varro, Columella, Palladius Bemerkungen gaben, während Virgil die Zucht der Bienen und anderer Hausthiere besang, Vegetius über ihre Krankheiten schrieb. — Dioskorides hat in seinem Pflanzenwerke auch Notizen über Arzneithiere geliefert. — Plinius handelt im 8ten, 9ten, 10ten und 11ten Buche seiner Hist. nat. von den Thieren, welche er nach dem Aufenthalt in Land-, Wasser-, Luftthiere und Insekten theilt, und sie unter diesen Rubriken ohne weitere Ordnung abhandelt. — Zu den Zeiten Mark Aurels schrieb der Grieche Aelian eine Historia animalium in 17 Büchern, eigentlich nur eine große Anekdotensammlung. — Oppian besang im 12ten Jahrhundert n. Chr. die Jagd. — Die anatomischen Arbeiten des Galenos von Pergamus äußerten keinen Einfluß auf die Zoologie. — Im 7ten Jahrhundert n. Chr. trat abermals ein Polyhistor auf, Isidor von Sevilla, welcher nach des Plinius Weise Natur und Menschheit zu umfassen suchte. Im 12ten Buche seines Werkes handelt er von den Thieren, welche er nach Aufenthalt, Habitus und Größe abhandelt, und viel Mühe auf die Etymologie ihrer Namen verwendet. — Unter den Arabern erschienen einige berühmte Aerzte oder Schriftsteller, welche sich um die Naturgeschichte überhaupt verdient machten, wie Mesue, Rhazes, Avicenna, Averrhoes, Hamballa Abuber, Mahomed Zaman. — In der darauf folgenden mittelalterlichen Zeit sah man in der Natur gleichsam eine symbolische Darstellung der Geisteswelt, und suchte beider Erscheinungen in Parallele zu stellen, und auseinander zu erklären. Man glaubte allgemein an Sympathieen und Antipathieen, geheime Kräfte, verborgene Bedeutung. In der Zoologie jener Zeit lebten viele fabelhafte Ungeheuer der Vorwelt wieder auf. So in den Werken des Albertus M., gest. 1280. Im übrigen hielten sich sowohl dieser als Konrad Meyenberg u. A. an Plinius. — Mit der Entdeckung der fremden Welttheile begiengen die Reisenden dahin denselben Irrthum, in

Bezug auf die Thierwelt, wie auf die Pflanzenwelt, indem sie überall unsere Thierformen zu erkennen glaubten. Ihre Ausleger machten einen andern Fehler, und verwarfen viele Thiere als fabelhaft, deren wirkliche Existenz die neuere Zeit bewiesen hat. — Größer als Zoolog, denn als Botaniker steht Konr. Geßner da. Er berücksichtigte bei den Thieren Namen, Vaterland, Sitten, Anatomie, medizinischen und ökonomischen Nutzen, und seine Hist. animalium wuchs durch literarischen und grammatikalischen Aufwand zu 5 Folianten an, in deren jedem die Thiere alphabetisch geordnet sind. Der 1te enthält die lebendiggebährenden Quadrupeden, der 2te die eierlegenden; der 3te die Vögel und Fledermäuse; der 4te die Fische und sämmtlichen übrigen Wasserthiere; der 5te die Drachen und Schlangen. Die Insekten fehlen. — Etwa gleichzeitig mit Geßner in Deutschland, wirkten der im Geiste des Aristoteles arbeitende, zahlreiche Verbesserungen des Systems einführende Wotton in England, Belon und Rondelet in Frankreich, Salviani, Ulysses Aldrovand in Italien. Das 11 Foliobände starke Werk des Letztern ist merkwürdig durch riesenhafte Belesenheit. Jonston's theatrum animalium ist eigentlich nur ein Auszug aus demselben. Auf beide zugleich ist das Onomasticon Zoicon des Charleton gegründet. — Im 17ten Jahrhundert begann eine lebhaftere Entwicklung der Zoologie, auf welche die großen anatomischen und physiologischen Entdeckungen desselben einzuwirken begannen. Der größte Zoolog dieses Jahrhunderts ist Ray, geb. 1628, gest. 1705, der endlich die Zoologie von ihrem literarischen Ballaste befreite. Er folgt dem Aristoteles in Eintheilung der Thiere mit und ohne Blut, nimmt aber bei den höhern auf Lungen und Bronchien, Herz, Fortpflanzung und Aufenthalt Rücksicht, und hebt überall das ausgezeichnetste Merkmal für die Klasse hervor. Er zuerst nahm in sein System die exotischen, von Hernandez, Piso, Marcgrav, Sloane, Rochefort beschriebenen Thiere auf. Gleich Geßner und Aldrovand ließ er den Menschen aus der Zoologie weg. Er ist nicht Schöpfer eines neuen Systems, aber höchst verdient um die Verbesserung der frühern. Neben Ray glänzten Willughby, Imperati, Fab. Columna. — Gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts wurden auch die niedern Thiere allmälig bearbeitet: Insekten von Swammerdam, der Seidenschmetterling von Malpighi, Infusorien und Spermatozoen von Leuwenhoek. — Klein, geb. 1674, gest. 1759, hat mehr Verdienste wegen seinen monographischen Arbeiten, als wegen seines abentheuerlichen, dem Linne'schen entgegengestellten Thiersystem's, was er mit

der steifesten Konsequenz auf die Extremitäten gründete. Nie durfte man hoffen, in der Zoologie so rein künstliche, auf einzelne Merkmale gegründete Systeme durchführen zu können, wie in der Botanik. Solche Versuche scheiterten bald an dem natürlichen Gefühl des Wahren. — Linné's Verdienste um die Zoologie waren eben so groß als um die Botanik. Der alten Eintheilung der Natur in 3 Reiche getreu bleibend, entwarf er ein klares und umfassendes Schema von Klasse, Ordnung, Sippe, Familie, Art, setzte allen ihre Charaktere voraus, fügte den Arten die Synonymie bei, nebst der Beschreibung, und schloß mit Bemerkungen über Lebensart, Vaterland, Aufenthalt, Nutzen rc. Sein allbekanntes Thiersystem enthält 6 Klassen, die nach dem Blut und Bau des Herzens unter 3 Abtheilungen gebracht werden. Die beiden Klassen einer jeden Abth. werden unterschieden nach dem Lebendiggebären oder Eierlegen, Athmen durch Lungen oder Kiemen, Fühlhörnern oder Fühlfäden. Freßwerkzeuge, Extremitäten, äußere Bedeckung liefern die Kennzeichen der Ordnungen. Von der 6ten Ausgabe an werden die Lithophyten zu den Thieren, — erst in der 12ten die Cetaceen zu den Mammalien versetzt. Von der 10ten an werden, was ein Rückschritt war, die Knorpelfische von den Fischen weggenommen, und zu den Amphibien gebracht. Die mangelhafte Kenntniß des innern Baues schadete besonders viel bei den beiden letzten Klassen, Insekten und Würmern. Bei allen Mängeln nützte aber Linné's System ungemein, und verbreitete sich über ganz Europa. Allerdings verdankte L. bei den immer vollkommenern Ausgaben desselben ungemein viel den Arbeiten seiner Schüler und Freunde. — Kurz vor L., neben oder bald nach ihm machten sich um die Zoologie verdient: für Säugthiere und Vögel: Frisch, Möhring, Storr, Leske, Brisson, Pallas, Edwards, Pennant, Catesby, Shaw, Latham, Bechstein; für Reptilien: Schöpf, Laurenti, Rösel, Schneider, Russel; für Fische: Artedi, Gronov, Brünnich, Gouan, Bloch; für Insekten rc.: Lister, Stoll, Sepp, Lyonnet, Reaumür, ausserdem in vielen andern Theilen der Naturwissenschaft Hohes leistend, geb. 1683, gest. 1757; de Geer, Cramer, Geoffroy, Bonnet, Rösel, Herbst, Schäffer, Clerk, Rossi, Hellwig, Fabricius, geb. 1743, gest. 1808, Gründer eines eigenen auf die Freßwerkzeuge gebauten Systems der Insekten, und Verfasser zahlreicher Spezialwerke; für Mollusken: Lister, Gualtieri, Born, da Costa, Adanson, Martini, Chemnitz, Poli, d'Argenville, Bruguière; für Echinodermen: Klein, Link; für Würmer, Polypen, Infusorien: Trembley, Baster, Bohadsch, Donati, Needham, Wrisberg,

Ellis, Pallas, hervorragend auch in andern Zweigen und als Reisender, geb. 1741, gest. 1811; Göze, Cavolini, Gleichen, O. F. Müller, geb. 1730, gest. 1784; Esper, Zeder, Schrank; für Verbesserung des Systems, Verwandtschaften ꝛc.: Erxleben, Hermann, Boddaert, Batsch, Blumenbach. Seba, Rumpf lieferten kostbare Kupferwerke; Brown, Sloane, O. Fabricius, Scopoli, Schrank Faunen; Kämpfer, Hasselquist, Forskål, Gmelin, Sonnerat, Sparrmann, Thunberg u. a. Reisende zerstreute Nachrichten. Fast alle diese Männer arbeiteten im Geist der Linné'schen Schule. — Frankreich schien immer dazu bestimmt, den Systemen des Nordens entgegen zu treten. Gegen Linné's Sexualsystem hatten sich die Jussieu erhoben, gegen sein zoologisches und gegen alle Systeme überhaupt trat G. L. Leclerc von Buffon, geb. 1707, gest. 1788 auf. Der Entwurf zu seiner großen Naturgeschichte umfaßte die Erde, die 3 Reiche und den Menschen, kam aber nur zum Theil zur Ausführung. Von 1739—49 lieferte B. mit Daubenton die ersten 3 Bde., bis 1767 noch 12 andere dieses Werkes, in welchen sich Beredtsamkeit des Plinius und Scharfsinn des Aristoteles mit Präzision und Kenntniß der Neuern vereinigen sollte. 1770—83 folgten unter Mitwirkung von Montbeillard und Bexon noch 8 Bde. über die Vögel. Lacepede lieferte für B.'s ungeheuern Plan die Cetaceen, Schlangen und Fische, Latreille die Insekten, Daudin noch besonders die Reptilien, Bosc, Tigny-Naissy andere Theile. Mehrere der letztern hiengen schon der Linné'schen Schule an. Buffon's Standpunkt ist erhaben, sein Ideengang groß und gelehrt, sein Styl edel und harmonisch. Er hat der Naturgeschichte die Mächtigen gewonnen, aber seine Verachtung aller Methode würde die Wissenschaft wieder in einen chaotischen Zustand gestürzt haben, hätte sie Anklang gefunden. Bei allem dem steht er in Rücksicht auf Größe seiner Ansichten und Schönheit seiner Sprache (besonders in der Geschichte der Erde, des Menschen, mancher Säugthiere) unerreicht da, und muß von seinem Standpunkte aus gewürdigt werden. — Schon mit Daubenton und Brisson begann die Zootomie auf die zoologischen Systeme einzuwirken. Es bedurfte jedoch eines Geistes, der beide mit gleicher Kraft umfassend, und den tiefen Zusammenhang des innern Baues und der äussern Erscheinung begreifend, die gegenseitige Durchdringung der Zoologie und Zootomie herbeiführte. Er erschien in G. v. Cuvier. Die Resultate seiner zahlreichen systematischen Arbeiten sind in seinem Regne animal vereinigt, welches 1817 in 4, 1829—30 in 5 Bänden erschien. In beiden Ausgaben hat indeß Latreille

die Gliederthiere mit artikulirten Füßen bearbeitet. Cuviers universelle Anschauung der Thierwelt, und Durchführung seiner Prinzipien bis herab zu den Sippen, wurde freilich nur möglich durch zahlreiche Arbeiten seiner Zeitgenossen. Männer seiner Art erscheinen meistens nur als die ersten Repräsentanten einer allgemeinen großartigen Bewegung in ihrer Wirkungsphäre. — Cuvier bildete aus dem Thierreich 4 Divisionen und 19 Klassen. Der oberste Gegensatz ist auch ihm, nach Lamarck's Vorgang, jener der Wirbelthiere und Wirbellosen, zu welch letztern 3 Divisionen gehören, die vorzüglich auf den verschiedenen Typus des Nervensystems, und die hiedurch begründete Verschiedenheit der Gestalt gebaut sind. Die Klassen der Wirbelthiere sind gebildet nach den Organen des Kreislaufs und Athmens, welche wieder jene der Bewegung bestimmen; jene der Weichthiere nach der allgemeinen Körperform, bedingt hauptsächlich durch die Bildung des Mantels und nach vorhandenem oder fehlendem Kopf; jene der Gliederthiere zuerst nach dem Bau der Bewegungsorgane, dann nach der Gliederung des ganzen Leibes, den Athmungswerkzeugen und dem Gefäßsystem; die Klassen der Strahl- oder Pflanzenthiere endlich nach äußerer Gestalt und stufenweis unvollkommenerm Bau. Allenthalben ist den vegetativen Organen des Athmens und Kreislaufs der Vorzug vor den animalen eingeräumt. Linné's 4 Wirbelthierklassen sind geblieben; aus dessen Insekten und Würmern allein hat C. 15 Klassen gebildet. — Das zoologische System Oken's ist ganz eigenthümlich. Nur die ganze Thierwelt stelle das vollkommene Thier dar, und die einzelnen Thiere seien nur Fragmente desselben, in welchen ein Organ, System rc. besonders ausgebildet sei. Das Thierreich sei ferner nur das auseinander gelegte höchste Thier, oder der Mensch. Je niedriger ein Thier, desto einfacher sei es, aus desto weniger Organen bestehe es. Die Thierformen würden, indem nach einer bestimmten Folge stets neue Organe zuträten, immer vollkommener. So seien alle wirbellosen Thiere Haut- oder Gefühlthiere, die Wirbelthiere Sinnenthiere: die Fische Zungen-, die Reptilien Nasen-, die Vögel Ohren-, die Säuge Augenthiere. Die Geschlechts- und Tastorgane wären Entwicklungen der Haut; die Hautthiere oder Wirbellosen zerfielen sonach in Keimthiere, (Polypen, Infusorien, Quallen) Geschlechtsthiere, (Mollusken) Tastthiere, (Insekten). Dieselben 7 Hauptabtheilungen entstünden auch bei der Eintheilung nach den vegetativen und animalen Systemen. Das ganze Thierreich zerfiele in ein vegetatives und animales Land. Dem erstern gehörten alle Ader-, Darm- und Lungenthiere

(Wirbellosen) mit 9 Klassen, dem letztern alle Fleisch- oder Sinnenthiere (Wirbelth.) mit 4 Klassen an. An Logik und Konsequenz steht dieses System unstreitig am höchsten. Die Richtigkeit der als ausgemacht angenommenen Prinzipien, die Richtigkeit der Organ- und Systemfolge zu prüfen, kann erst Aufgabe des 8ten Buches dieses Werkes sein. – Es folgen nur sehr kurz die vorzüglichsten Zoologen der neuern und neuesten Zeit. Für Säugthiere: Azara, Illiger, Spix, Fr. Cuvier, Geoffroy St. Hilaire, berühmt auch durch seine philosophischen Ansichten über die Thierwelt, und seine teratologischen Arbeiten, geb. 1772; Rüppel, Prinz Max v. Neuwied, Lichtenstein, Richardson, Griffith, Fischer, Andr. Wagner; für Vögel: Levaillant, Audubon, Vieillot, Temmink, Wagler, Swainson, Wilson, Ch. Luc. Bonaparte, Lesson, Savi, Naumann, Brehm, Gloger und mehrere der bei den Säugthieren genannten; Reptilien: Brongniart, Merrem, Dumeril, Bibron, Wagler, Fitzinger, Gravenhorst, Wiegmann, Harlan; Fische: G. v. Cuvier, Valenciennes, Bennet, Eckström, Fäler, Agassiz, Mad. Bowdich (geb. Lee); für Mollusken: v. Lamark, um die Geschichte der wirbellosen ungegliederten Thiere überhaupt hoch verdient, geb. 1744, gest. 1829; Draparnaud, Peron, de Ferußac, Kiener, Rang, Nilsson, Pfeiffer, Roßmäßler, Schmid, Menke; für Crustazeen: Jurine, Desmarest, Roux, Milne Edwards; für Arachniden: Walkenaer, Hermann, Dugès, Hahn; für Insekten: Olivier, Clairville, Palisot de Beauvois, Savigny, Latreille, „princeps Entomologorum" geb. 1762, gest. 1833, welcher dem künstlichen Fabricischen System ein mehr natürliches entgegen setzte, der Entomologie allgemeine Verbreitung und Anerkennung erwarb, ausserdem die Reptilien bearbeitete und das ganze Thierreich in natürliche Familien theilte; Illiger, Jurine, Panzer, Paykull, Bonelli, Gravenhorst, Germar, Dalman, Meigen, Wiedemann, Huber, Kirby, Spence, Stephens, Curtis, Westwood, Hope, Burmeister, Solier, Serville, Lepelletier, Rob. Desvoidy, Guérin, Macquart, Bois-Duval, Dejean, Schönherr, Gyllenhal, Fallén, Klug, Hübner, Ochsenheimer, Treitschke u. v. A.; für Anneliden: Audouin, Moquin-Tandon; für Enthelminthen: Rudolphi, v. Nordmann, Bremser, Leuckart, Creplin; für Quallen: Eschscholtz, Peron, Lesueur, Quoy, Gaimard; für Polypen: Lamouroux, Rapp; für Infusorien: Nitzsch, Bory de St. Vincent, Ehrenberg, geb. 1795, berühmt ausserdem durch seine Reisen in Aegypten, Arabien &c. und die hierauf gegründeten Symbolae Physicae; v. Siebold, Czermak; für mehrere Klassen: Blainville, Leach, Say, Risso, Faber,

Bojanus, Schweigger, Savigny, Fischer von Waldheim, Eichwald, Gray, Roux, Lesson. Um die geographische Zoologie sind verdient: Zimmermann, Minding, Fischer, Lesson, Lacordaire ꝛc. Unter den neuesten zoologischen Reisenden sind besonders zu nennen: Eschscholtz, Tilesius, Spix, Maklot, Kuhl, Boje, Pr. v. Neuwied, Pohl, Natterer, Hemprich und Ehrenberg, Rüppel, Quoy und Gaimard, v. Siebold, Rengger, Pöppig, Belanger, d'Orbigny ꝛc. — Ausser den allgemeinen die Naturgeschichte fördernden gelehrten Gesellschaften haben sich für Zoologie oder einzelne Zweige derselben noch besondere Vereine gebildet: so die Zoological Society, Entomological Society zu London; die Société entomologique de France zu Paris. Die Zoological Soc. ist im Besitz einer sehr großen Menagerie; eine noch größere findet sich im Jardin des plantes zu Paris. — Die größten zoologischen Sammlungen sind jene des brittischen Museums, der Zoological Society, des Jardin des plantes, der Universität zu Berlin, des Senkenberg'schen Instituts; die kaiserliche Sammlung zu Wien ꝛc. Große Privatsammlungen existiren besonders für Conchylien, — so jene des Herzogs von Massena, v. Lamarck's, des Herzogs von Sachsen-Gotha — und Insekten, von welchen ich nur die von Dejean, Dupont, Bois-Duval in Paris; Hope, Stephens in London; Escher-Zollikofer in Zürich, und Sturm in Nürnberg anführe.

Zeitschriften für Zoologie sind ausser den allgem. naturhistorischen das Zoological Journal, die Proceedings of the Zoologic. Society, Annales de la Société entomologique de France, Klug's Jahrbuch der Entomologie ꝛc.

Von allgemeinen zoologischen Spezialwerken existirt nur eines: Car. Linné syst. nat. etc. edit. 13. cura J. F. Gmelin. tom. I. pars 1—7. Lips. 1788. Unter den Systemen und Kompendien steht noch immer zu höchst Cuvier, le regne animal 2e edit., welchem sich die neue von einem Verein bearbeitete Iconographie du regne animal anschließt. Cuviers Werk hat durch Griffith eine englische, durch Voigt eine deutsche Bearbeitung erhalten. — Sonst ist zu nennen: Oken, Lehrbuch der Z. 2 Abth. m. K. Jena 1815—16. — Zoologia specialis etc. ed. D. E. Eichwald, 3 vol. Vilnae 1829—31. 8. — Unter den zahlreichen kleinern deutschen Werken ist ausgezeichnet durch Klarheit und Präzision: Goldfuß, Grundriß der Z. 2te Aufl. Nürnb. 1834. Von populären Werken führen wir an: Kaup, das Thierreich in seinen Hauptformen system. beschr. 1 Bd. Darmst. 1835. u. Milne Edwards Elemens de Z. 1re part. Anat. et Phys. 2e part. Mammifères. 3me part. Oiseaux, Reptiles, Poissons. Par. 1834—35.

I. Anatomie und Physiologie der Thiere.

Lit. Chr. Fr. Ludwig, Historiae anatomiae et physiologiae comparantis brevis expositio. Lips. 1787. 4. — Albr. v. Haller, Bibliotheca anatomica. 2. tom. Tigur. 1774. 4. — Choulant, Gesch. der Anatomie in Pierer's mediz. Wörterb. 3ter Bd. — Carus, Uebers. der neuen Arbeiten f. vergl. A. und Ph. im neuesten Journal der Erfind. Theor. und Widersprüche. Bd. 2. St. 4. — G. Fischer, über den jetzigen Zustand d. vergl. A. und Ph. in Frankreich, in Neil's Arch. f. Ph. Bd. 4 Heft. 1. — Für Gesch. der vergl. A. und Ph. sowohl, als überhaupt aller noch folgenden Naturwissenschaften ist wichtig: K. Sprengel's Versuch einer pragmatischen Gesch. d. Medizin. 5 Bde. Halle 1792—1803.

Die Zootomie ist älter, als die Anthropotomie, obwohl sie später — als diese sich auszubilden begann — vernachläßigt wurde, und deßhalb, so wie wegen der Unermeßlichkeit ihrer Aufgabe, noch sehr weit von ihrem Ziel entfernt ist. Lange ehe man gegen die religiösen und bürgerlichen Vorurtheile es wagen durfte, menschliche Leichen zu zergliedern, wurden Thiere geöffnet, und die wenige Kenntniß der ältesten Aerzte vom Baue des menschlichen Körpers ist großentheils auf die Analogie des bei Thieren gefundenen gegründet. Die Kenntnisse, welche aus den Thieropfern und der Wahrsagung aus den Eingeweiden geschlachteter Thiere floßen, waren sicher höchst dürftig. Alkmäon, Anaxagoras und Demokrit, besonders letzterer, scheinen zuerst Thiere nach ihrem innern Bau wissenschaftlich untersucht zu haben. Als der wahre Begründer der Zootomie muß indeß Aristoteles angesehen werden. Er zergliederte nicht nur Wirbelthiere, sondern schon Cephalopoden, und verweist bei diesen zur Erläuterung sogar auf anatomische Abbildungen. Herophilus und Erasistratus waren als Anatomen und Zootomen berühmt. Der Letztere entdeckte im Pferde die Venen und Arterien, (hielt aber diese für Luftgefäße) und berichtigte die Meinung seines Lehrers Aristoteles dahin, daß die Nerven nicht vom Herzen, sondern vom Gehirn kämen. Galen, geb. 131 n. Chr., hat ohne Zweifel viele Thiere zergliedert, und räth, zur Aufklärung des Baues des Menschen wiederholt, menschenähnliche Thiere zu zerlegen. Nach solchen, z. B. nach ungeschwänzten Affen mit weniger vortretenden Kinnladen, gab er auch vorzüglich seine anatomischen Beschreibungen. Durch Plinius wurde die Z. kaum bereichert; wenig durch Aelian. — Als die ersten Thieranatomen nach dem Mittelalter sind Rondelet, Reald. Columbus, Colter und Aldrovand zu nennen. Erst im 17ten

Jahrhundert blühte die Zootomie rascher auf. In diese Zeit fallen die großen Entdeckungen und Arbeiten eines Harvey, Fabricius ab Aquapendente, Severinus (Verf. der Zootomia Democritaea 1645, in welcher die Z. zuerst als eigene Wissenschaft bearbeitet wurde), Redi, durch seine Beobachtungen über Entstehung der Thiere berühmt, Malpighi, Perrault, Blasius, Muraltus, Duvernoy, Tyson, Collins u. A. Aselli aus Cremona hatte schon 1622 die Lymphgefäße bei Thieren gefunden. Swammerdam, geb. 1637, gest. 1680, unsterblich durch seine Entdeckungen in der Anatomie der Insekten und Mollusken, verstand die kleinsten Thiere zu zergliedern, wobei er sich so feiner Messer bediente, daß sie unter der Loupe geschliffen werden mußten. Auch machte er die wichtige Erfindung, die Gefäße durch eingespritztes flüssiges Wachs anzufüllen. Er und Leuwenhoek wendeten zuerst das Mikroskop auf die Anatomie an. — Im 18ten Jahrhundert lebten und wirkten Duvernoy, Gouan, Albrecht v. Haller, geb. 16. Okt. 1708, gest. 12. Dez. 1777, Gründer der Lehre von der Irritabilität, welchem ausserdem die Entwicklungsgeschichte durch Beobachtungen über das bebrütete Ei ꝛc. viel verdankt, so wie in seinen Schriften theils die umfassendste Literaturkenntniß alles vor ihm in Zootomie und Thierphysiologie Geleisteten beurkundet wird, theils zahlreiche eigene Untersuchungen niedergelegt sind; Wolff, Meyer, Steller, Pallas, Camper, Monro, Daubenton, welcher sehr viele Thierzergliederungen in Buffon's Naturgeschichte gab; Leske, Geoffroy, Hewson, Fontana, Spallanzani, Bloch, Merrem, P. F. Meckel, Galvani, Entdecker der nach ihm benannten Elektrizität, untersuchte auch die Zitterrochen; Cavolini, John und Will. Hunter, Schneider, Vicq d'Azyr ꝛc. Alle Angeführten haben vorzüglich um die anatomische Kenntniß der höhern Thiere Verdienste, während Réaumür, de Geer, Trembley, Rösel, Lyonnet, O. F. Müller jene der niedern förderten. Rösel hat sich hiebei auch in seiner Naturgeschichte der Frösche und Kröten ein bleibendes Denkmal gestiftet.

In allen vergangenen Jahrhunderten wurde für die Z. und Thierphysiologie nicht so viel geleistet, als im 19ten allein. Bis dahin war nämlich die Z. nur als Nebensache von den meisten Anatomen betrieben worden, und viele sahen wohl auf sie als eine Beschäftigung herab, welche höchstens für Thierärzte passe. — In Frankreich eröffnete G. v. Cuvier die neueste Epoche. Seine zootomischen Arbeiten begannen mit Zergliederung der Mollusken an der Küste der Normandie. 1795 nach Paris berufen, 1800 an Daubentons Stelle tretend, setzte er

neben andern die Forschungen in diesem Gebiete so eifrig fort, daß die Herausgabe seiner Leçons d'anatomie comparée durch Dumeril und Duvernoy schon 1805 vollendet war. Seine fortdauernden Arbeiten über Mollusken erschienen nach und nach — nebst Zergliederungen von Thieren anderer Klassen — in den Annal. und Mem. du Muséum, aber auch 1816 in einen eigenen Band gesammelt. Der Arbeiten über die fossilen Thiere, deren Osteologie manches Licht auf jene der lebenden warf, haben wir bereits früher gedacht. Zahlreiche Entdeckungen in der Anatomie der Fische sind im ersten Band der Hist. nat. des poiss. niedergelegt. Bei allem dem ist Cuvier weder zu einer genetischen Auffassung des Thierorganismus, noch zu einer organischen Anschauung der Thierwelt durchgedrungen. Beständig in konkreten Untersuchungen vertieft, auf allen Seiten mächtig vom Einzelnen und Partiellen gezogen, fand er in diesem seine Befriedigung, wollte nicht der deutschen Naturphilosophie gegenüber, sein terrain solide, wie er meinte, verlieren, und glaubte in dieser eine metaphysique idéaliste et panthéistique zu erkennen. Die Sammlung für vergl. A. in Paris hatte Daubenton gegründet, Mertrud und Vicq d'Azyr führten sie fort, Cuvier machte sie zur ersten der Welt. Eine neue Ausgabe der Leçons d'anat. comparée welche Cuvier vorbereitete, erlebte er nicht mehr; es sind bis Ende 1836 3 Bde. derselben erschienen. — Neben C. glänzen in Frankreich Geoffroy St. Hilaire, Blainville, Serres, Marcel de Serres, Milne Edwards, Audouin, Leon Dufour, Strauß, Dugès. — In Deutschland hatte Blumenbach durch sein 1805 zum erstenmal erschienenes Handbuch der vergl. A. die Bahn gebrochen. Als Gegenbild Cuviers in Deutschland kann man J. F. Meckel, geb. 17. Okt. 1781, gest. 31. Okt. 1833 betrachten. Schon in der mit Froriep bearbeiteten Uebersetzung der Leçons d'anat comp. und in seinen 1808—13 erschienenen Beiträgen zur vergl. A. legte er ungemeinen Reichthum von Kenntnissen nieder, während sein leider unvollendet gebliebenes „System der vergl. A." die ganze Masse seiner und fremder Erfahrungen umfassen sollte. Der unermüdliche Fleiß im Untersuchen, der Scharfsinn im Vergleichen und Parallelisiren, und die tiefe Einsicht in das Leben entschädigen für die trockene Darstellung und mangelhafte Gliederung dieses Werkes. — Oken, geb. 2. Aug. 1779 ist Schöpfer der morphologischen Betrachtung des Thierorganismus. Er bemühte sich, die Entstehung des Thieres aus dem empfindenden und geschlechtlichen Schleimbläschen nachzuweisen; wie dessen Wand sich zuerst in 2 spalte, wobei die äußere die Athmungsblase, die innere den Darm bilde,

wie sich zwischen beiden ein Gefäßsystem, und als Gegenpol desselben eigene Respirationsorgane entwickeln, wie sich aus der sensibeln Punktmasse des Leibes ein Nervensystem isolire, wie die Bewegungsorgane, die früher nur als Hautfortsätze erschienen wären, später ein eigenes System der Knochen und Muskeln darstellen, wie das ganze Thier in einen vegetativen und animalen Leib zerfalle, und letzterer seine höchste Entwicklung im Kopfe und den Sinnesorganen erhalte, wie im Thiere alle Weltprozesse und Weltthätigkeiten sich vereinigten ꝛc. — Ein vor 2 Jahren gemachter Versuch, die Ansicht Oken's von der Wirbelbildung des Schädels für Göthe zu vindiziren, ist, wie billig, vereitelt worden. — Oken's Grundsätze sind großentheils von Carus, geb. 1789, angenommen, haben aber in dessen Schriften mannigfache Erweiterung und Veränderung erlitten, wie sie bei so reicher Erfahrung, konkreter Untersuchung und eigenthümlich idealer Anschauung nothwendig erfolgen mußten. Man kann sagen, Carus sei zu Oken's Theorie in ein ähnliches Verhältniß getreten, wie Robert Brown zur Methode Jussieu's. Jene Uebereinstimmung in den Grundsätzen leuchtet natürlich mehr in jenen Werken hervor, wo wie im „Lehrbuch der Zootomie“ und den „Erläuterungstafeln,“ das Ganze des Thierorganismus dargestellt wird, als da wo einzelne, zum Theil noch wenig betretene Gebiete erforscht werden, wie dieses besonders in den „Urtheilen des Knochen- und Schalengerüstes“ geschieht. Allenthalben haben sich in Carus's Anschauung Leben und Form des Thieres durchdrungen. — v. Bär, in der „Entwicklungsgeschichte der Thiere,“ und Burdach, in seiner „Physiologie als Erfahrungswissenschaft,“ einem eben so sehr durch ungemeine Belesenheit, umfassende und transzendente Behandlung, wie durch schöne Sprache ausgezeichnetem Werke, folgen ähnlichen Grundsätzen wie Oken und Carus, und können der naturphilosophischen Schule gleichfalls beigezählt werden. — In neuester Zeit wurden die Experimente zur Erforschung der Lebensthätigkeiten der Thiere sinnreicher und feiner angestellt; die Zergliederungen erreichten zum Theil eine ausserordentliche Vollkommenheit (Herold, Strauß, Joh. Müller, Morren ꝛc.); man suchte mehr und mehr die Form durch das Leben, und dieses durch die Form zu erklären. Besonders aber wurde die früher sehr vernachläßigte Entwicklungsgeschichte der Thiere von zahlreichen Forschern bearbeitet. — Nur kurz vermögen wir noch der ausgezeichnetsten zum Theil noch nicht genannten Zootomen und Zoophysiologen zu gedenken. In Deutschland: Spix, Bojanus, v. Göthe, Weber, Rathke, **Joh. Müller, Herold, Pander, Nitzsch, Meyer, Rud. Wagner, G.**

R. Treviranus, Purkinje und Valentin (unter Anderem Entdecker der Flimmerbewegungen), Brandt, Ratzeburg, Schmalz, Ehrenberg (welcher in neuester Zeit die Grundlagen des Oken'schen Systems dadurch zu erschüttern sucht, daß er, in Folge seiner Entdeckungen einer vollkommenern Organisation der Infusorien, Echinodermen, Medusen, Zoophyten, die Gegenwart aller organischen Hauptsysteme bei allen Thieren, daher eine relative Uebereinstimmung derselben nachweisen will) ꝛc.; in Dänemark: Jacobson; in England: Home, geb. 1756, gest. 1832, der englische Meckel; Owen, Thompson; in Italien: Rusconi, Configliachi, delle Chiaje.

Eigene Zeitschriften für Zootomie und Zoophysiologie existiren nicht. Alles hiehergehörige ist in jenen für Anatomie und Physiologie des Menschen enthalten, so wie in den allgemeinen naturwissenschaftlichen Zeitschriften und den akadem. Denkschriften.

Von den Lehrbüchern und Systemen führen wir an: Blumenbach, Handbuch der vergl. A. 2te Aufl. Götting. 1815. 8. — Cuvier, Leçons d'anat. comp. recueillis et publ. par Dumeril. 5 vol. Par. 1799—1805. 8. (Uebers. von Fischer, Meckel und Froriep. Die Bearbeitung der Letztern erschien in 4 Bd. Lpz. 1809—10). Die neue Ausgabe des Originals hat 1835 begonnen. — Home, lectures on comparativ anatomy etc. illust. by engravings. 2 vol. Lond. 1814. 4. — Carus, Lehrbuch der vergl. Zootomie. 2te Aufl. 2 Bde. Lpz. 1834. 8. m. K. — Rud. Wagner, Lehrbuch der vergl. A. 2 Bde. 1834—35. 8. — Grant, Umrisse der vergl. A. 1ste und 2te Abth. Uebers. von Schmidt. 1835. 8.

K. Anatomie des Menschen.

Lit. Ausser den schon bei der vergl. A. angeführten Schriften sind besonders wichtig: Lassus, essai ou discours historique et critique sur les decouvertes faites en anatomie etc. à Paris 1783. 8. — Reuss, Repertor. commentationum a societat. lit. edit. etc. Scientia et ars medica et chirurgica. Gotting. 1813. 4. — Lauth, hist. de l'a. tom. 1. 2. Strassb. 1815—16. — Für die neueste Zeit: Müller's Jahresberichte über A. und Ph. in seinem Archiv, und Valentins Ber. in s. Repert. Die bedeutendsten Schriften über A. finden sich zusammengestellt in Hildebrandts A. von Weber Bd. 1. S. 12. folg.

Die menschliche A. konnte erst dann eine vollkommenere Gestalt gewinnen, als die Vorurtheile, welche allenthalben im Alterthume und im ganzen Mittelalter das Zergliedern von Menschenleichen unmöglich machten oder sehr erschwerten,

endlich aufhörten. Dieß geschah erst im 16ten Jahrhundert. — Als älteste griechische A. sind Alkmäon, etwa 500 v. Chr., Anaxagoras, Lehrer des Sokrates, vielleicht auch Demokrit und einige Hippokratiden anzuführen. Die ächten Schriften des Hippokrates offenbaren keineswegs, daß er Anatom gewesen, oder auch nur besondere Kenntnisse vom Baue des Menschen gehabt habe. Aristoteles scheint einigemal innere Theile des Menschen untersucht zu haben, weil er sich über die selten vorkommende Gelegenheit hiezu beklagt. Praxagoras, sein Zeitgenosse, war nach Galen ein verdienter Anatom. Von der alexandrinischen Schule sind um 300 v. Chr. Herophilus, welcher mehrere Entdeckungen über das Gehirn, die Nerven und Leberarterien machte, und Erasistratus, welcher Einiges im Baue des Gehirns bestimmte, und den Klappen in der Hohlvene die noch jetzt geltenden Namen gab, als die berühmtesten A. des Alterthums bekannt, welche nach Celsus (der nebst Galen ihre Entdeckungen gesammelt und geordnet hat), sogar Verbrecher lebend öffneten. Galenos, geb. 131 n. Chr., hat höchst wahrscheinlich auch Menschenleichen zergliedert. Seine Schriften stellen übrigens die Wahrnehmungen und Ansichten sämmtlicher A. vor ihm dar, und galten im ganzen Mittelalter als unverbesserlicher Canon für die Aerzte, welcher manigfach, (auch unter den Arabern von Avicenna) kommentirt und erläutert wurde. G. unterschied — bei zahlreichen Irrthümern — die Sehnen von den Nerven, bestimmte als Quelle der letztern Hirn und Rückenmark, erkannte die Arterien als Blutgefäße und handelte alle Organe und Systeme des Körpers unter besondern Kapiteln ab. — Mondino de Luzzi (Mundinus), Achillini, Berengar, welche im 14ten Jahrh. zuerst wieder Menschenleichen zergliederten, vermochten nicht, Galen's Autorität bedeutend zu erschüttern. Die Zergliederungen waren noch so selten, daß Montagnana sich rühmen konnte, 14 derselben gemacht zu haben. — Vesal, geb. 1514, war es aufbehalten, die Herrschaft des Galen zu stürzen. Die Natur befragend, und auf ihre Aufklärungen hörend, drang er nach heftigem Kampfe mit der Wahrheit gegen die alten Irrthümer durch. Mit ihm beginnt die Zeit, wo es nicht mehr gefährlich und schwierig war, Menschenleichen zu anatomiren. Eustachius hatte schon 1552 treffliche anatom. Tafeln verfertigt, welche erst mehr als 100 Jahre später von Lancisi, und beinahe nach 200 Jahren auf's neue von Albin herausgegeben wurden. Ausser Vesal und Eustachius wirkten im 16ten Jahrh.: Fallopius, geb. 1522, Reald Columbus, Volcher Coiter, Varoli, Piccolomini, der zuerst die Rinden- und Marksubstanz des Gehirns unterschied, Fabricius ab Aquapendente, geb.

1537, welcher letztere unter Anderem 1574 die Klappen in den Venen entdeckte und beschrieb, und gleich Serveto, Columbus, Cäsalpin, dunkle Vorstellungen von Blutbewegung und Kreislauf hatte. Erst Harvey, geb. 1578, gest. 1657, bewies den Blutkreislauf unwiderleglich durch Experimente. Nachdem Aselli die Lymphgefässe bei Thieren gefunden hatte, wurden sie auch bald durch Pecquet, (der nebst Eustachius auch den großen Milchbrustgang entdeckte,) Rudbeck, Thomas Bartholin beim Menschen nachgewiesen. Malpighi, geb. 1628, gest. 1694, wendete zuerst das Mikroskop auf die menschliche Anatomie an, und ihm folgten hierin Hooke, Leuwenhoek, (welcher gegen Harvey und Graaf sich zu erweisen bemühte, daß die Thiere und Menschen sich nicht aus dem Ei, sondern aus den Samenthierchen entwickelten,) Swammerdam rc. Sylvius u. A. bliesen die Gefäße mit Luft auf, oder füllten sie mit schnell wieder austretenden Flüssigkeiten, Swammerdam und Horne spritzten sie zuerst mit geschmolzenem Wachs aus, wodurch die Gefäßpräparate richtige Form und Dauer erhielten. Ruysch, Albin, Lieberkühn, Barth, Prochaska u. A. haben die Injektionen zur höchsten Feinheit gebracht. — Ausser den oben Angeführten wirkten im 17ten Jahrhundert auch Botalli, Casp. Bartholin, Hemsterhuis, Blasius, Severinus, de Graaf, Wirsung, Schneider rc. Im 17ten und 18ten Jahrh. lebten die berühmten Anatomen Ruysch, geb. 1638, gest. 1731, Pachioni, Boerhaave, Heister, Winslow, Valsalva, Morgagni, geb. 1682, gest. 1771, der auch in der pathologischen Anatomie unvergängliche Verdienste hat; Santorini, Platner, B. S. Albinus, geb. 1696, gest. 1770, Albr. v. Haller, Camper, John und W. Hunter, C. F. Wolff, Wrisberg, Scarpa, geb. 1747, gest. 1831, Caldani, Loder, Mascagni, geb. 1752, gest. 1815, unsterblich durch sein großes Werk über die Lymphgefäße; Bichat, geb. 1771, gest. 1802, welcher letztere zuerst den Geweben vorzügliche Aufmerksamkeit schenkte, und durch die vielseitigsten Beobachtungen und Experimente ihre Natur und Verrichtung aufklärte. — Im 19ten Jahrh. gewann vorzüglich die Kenntniß des Baues des Gehirns und Nervensystems, die Histiologie und mikroskopische A.; letztere durch Erforschung der Elementartheile und möglichst genaue Messungen derselben, wobei besonders Krause, Ehrenberg, Berres, R. Wagner, Purkinje, Valentin rc. verdient sind, so wie die Entwicklungsgeschichte und pathologische Anatomie. Zu den verdientesten Anatomen der neuesten Zeit gehören überhaupt: J. Bell, Serres, Flourens, Lauth, Cloquet, Velpeau, Rosenmüller, Prochaska, Meckel, Hildebrandt, Gall, geb. 1758, gest. 1828, namentlich um Kenntniß

des Gehirns verdient; Rudolphi, Langenbeck, Heusinger, E. H. Weber, M. J. Weber, Sömmering, geb. 1755, gest. 1830, vorzüglich die Anatomie des Gehirns, Nervensystems und der Sinnesorgane fördernd; Tiedemann, Berres, Münz, Krause, Römer, Huck ꝛc. Für pathologische A. noch besonders: Meckel, Otto, Bichat, Cruveilhier.

Die A. des Menschen hat nun durch 3 Jahrhunderte fortgesetzte Bemühungen, zahllose und vielseitige Untersuchungen aller erdenklichen Art, und bei der ihr eigenen Beschränkung auf einen Gegenstand eine Vollendung erhalten, wie keine andere Naturwissenschaft sie erhalten konnte. Sie erscheint daher als ein abgeschlossenes Ganzes, und Bereicherungen derselben sind nur durch mikroskopische Untersuchung und auch hier fast nur bei etwaiger bedeutender Verbesserung der Mikroskope zu hoffen.

Zeitschriften für A. sind: Zeitschr. für A. und Physiol., herausgegeben von Tiedemann, G. R. und L. L. Treviranus. 4. seit 1824. — Archiv für A., Physiologie und wissenschaftliche Medizin, herausgegeben von Joh. Müller. Berlin, seit 1834. (Fortsetzung von Meckel's, wie dieses von Reil's Archiv.) — Repertorium für A. und Ph. von Valentin. 1ten Bds. 1. 2. Heft. Berlin 1836. — Magendie, Journal de Physiologie. — Ausserdem die allgemeinen medizinischen Zeitschriften.

Systeme und Lehrbücher: Friedr. Hildebrandt's Handb. d. A. des Menschen. 4te Ausg. bes. v. E. H. Weber. 4 Bde. Stuttg. 1833. — Berres, Anthropotomie. 4 Bde. Wien 1821—28. 2te Aufl. 1 Bd. 1835. — Neues Handbuch der prakt. A. ꝛc. von Lauth. 10 Lief. Stuttg. 1835—37. — Vollständiges Handbuch der A. von Prof. Weber in Bonn. 2 Bde. Tübingen 1835. — Krause, Handbuch der menschl. A. 1ter Bd. Hannov. 1836. — Von anatom. Kupferwerken führen wir nur an: Mascagni, Anatomia universa in 44 tab. aen. juxta archetypum hominis adulti accuratissime repraesentata. Pisa, 1826. seq., und M. J. Weber's anatom. Atlas des menschl. Körpers ꝛc. 7 Lief. Düsseldorf, Arnz und Komp. 1835—37. Kleinere Kupferwerke haben Münz, Oesterreicher u. A. herausgegeben. — Wörterbuch: Pierer's mediz. Realwörterbuch. 1te Abth. A. und Physiologie. 8 Bde. 1816—29.

L. Menschliche und allgemeine Physiologie.

Lit. Ausser den bei der Anatomie angeführten Schriften vergl.: Ueber Gegensatz, Wendepunkt und Ziel der heutigen Ph. und Medizin, in 2 Thl. v. Werber 1 Thl. Entwicklungsgeschichte der Ph. und Medizin. Stuttg. 1835.

Es ist leicht einzusehen, daß die Fortschritte der Physiologie großentheils durch jene der Anatomie bedingt seien. Die Aerzte und Naturforscher vor Plato, Hippokrates mit eingeschlossen, hatten vom Leben, seinem Ursprung und seiner Bedeutung nur unvollkommene und dürftige Begriffe, während ihnen auch noch die objektiven Anschauungen fehlten, welche den sichern materiellen Grund für höhere Entwicklung einer Naturwissenschaft darbieten. Die Physiologie jener Zeit war daher eine fragmentarische und hypothetische. Plato's Genius drang zwar zur Idee des universellen Lebens durch, und erkannte den Ursprung alles zeitlichen Lebens aus dem ewigen, der Gottheit selbst, so wie die Wiederholung des ganzen Weltalls als Makrokosmus, im Menschen dem Mikrokosmus, aber ihm und seiner Zeit fehlten noch die positiven Kenntnisse, um jene großen und wahren Ideen durchzuführen. Galen theilte die Verrichtungen des menschlichen Körpers in solche des Lebens, in thierische und natürliche, und stellte ein ziemlich weitläufiges Lehrgebäude der Wissenschaft auf. — Von Galen's Zeit wurde bis auf Harvey nicht eine große physiologische Entdeckung gemacht. Diesem war es vorbehalten, die Idee der Blutcirkulation vollständig zu erfassen, und sie durch zahlreiche und sinnige Experimente unumstößlich zu beweisen. Von 1619 an lehrte er dieselbe; bekannt gemacht wurde sie erst 1628 in seiner »Exercitatio de motu cordis et sanguinis.« Viele Beobachtungen über Zeugung, niedergelegt in seinem Werke »de generatione animalium« veranlaßten ihn zur Aufstellung seines berühmten Satzes: »Omne vivum ex ovo, omne ovum e coitu,« durch welchen die Entstehung organischer Wesen aus formlosem Stoff, welcher man früher eine ganz ungebührliche Ausdehnung gegeben hatte, gänzlich verneint wird. — Harvey's Entdeckung des Blutkreislaufs gab Veranlassung, den Irrweg der Iatromathematik zu betreten, nach welcher der Mensch eine einfache Maschine sein sollte, in der die Lebensverrichtungen nach statischen und hydraulischen, durch den Kalkul ausdrückbaren Gesetzen vor sich giengen. Borelli legte den Grund zur Iatromathematik in seinem 1680 erschienenen Werke »de motu animalium« in welchem übrigens zuerst die mechanischen Gesetze richtig auf die Muskelbewegung angewendet werden. — Stahl, geb. 1660, gest. 1734, trat dem geistlosen, alles Leben ertödtenden Systeme der Iatromechaniker entgegen, und stellte als beherrschendes und regulirendes Prinzip der Lebenserscheinungen die Seele auf, während Fr. Hoffmann, geb. 1660, gest. 1742, gegen ihn in einem langen und merkwürdigen Streite die Lehre des Mechanismus, unter Einwirkung des organischen

Prinzips vertheidigte. — Haller stellte die Theorie von der Irritabilität der thierischen Faser auf, mit welcher eine neue Epoche der Ph. beginnt. — John Brown, geb. 1735, gest. 1788, dehnte die Reizbarkeit oder Erregbarkeit, wie er sie nannte, welche Haller nur der Muskelfaser zuschrieb, auf den ganzen Organismus aus, und definirte das Leben als das Wechselspiel jener und der erregenden Einwirkungen der Aussenwelt. — Im letzten Viertel des 18ten Jahrhunderts machte die Chemie ausserordentliche Fortschritte, und begann auf alle Naturwissenschaften und ganz vorzüglich auf die Ph. einzuwirken. Allmälig lernte man die Stoffe des Organismus und der Aussenwelt, so wie deren zahlreiche Verbindungen kennen, und hiemit eine Reihe der wichtigsten Beziehungen der Natur zum menschlichen Leibe, so wie die Beschaffenheit manigfacher Veränderung, Zersetzung und Bildung in diesem. — Kant, welcher durch seine Kritik der reinen und prakt. Vernunft und andere Schriften, in welchen sein System niedergelegt ist, das Erkenntnißvermögen auf zu enge Grenzen einzuschränken versuchte, übte in so ferne vortheilhaften Einfluß auf die Ph., als er auf das Experiment und auf alle übrigen Verfahrungsweisen hinwies, welche nach seiner Meinung, nicht über das Wesen der Dinge, aber doch über die Erscheinung Aufschluß zu geben vermöchten. In diesem Kant'schen Geiste arbeiteten Reil, geb. 1758, gest. 1813, Authenrieth, geb. 1772, gest. 1836 u. A., obwohl Letzterer, namentlich in seinem spätern Leben, sich den transzendenten Ansichten immer mehr zuneigte. – In die letzten Jahrzehente des 18ten und ersten des 19ten Jahrhunderts fallen auch die meisten Erörterungen über thierischen Magnetismus und Somnambulismus, welche lange Zeit lebhaftes Interesse für und wieder, und eben deßwegen mitunter heftige literarische Streitigkeiten erregten. — In den ersten Jahrzehenten des 19ten Jahrhunderts suchte Gall, — gestützt auf zahlreiche Untersuchungen menschlicher und Thiergehirne, Beobachtungen an Schädeln, an lebenden und handelnden Individuen, — die Ansicht durchzuführen, daß die verschiedenen Thätigkeiten der Seele durch verschiedene Theile des Gehirns wirkten, und daß von einer besondern Ausbildung der letztern auf besondere Stärke der erstern geschlossen werden könne. Er wurde so zum Gründer der Kranioskopie und Phrenologie, welche in Deutschland jetzt fast vergessen, in Frankreich und England noch ziemliche Theilnahme erregen, die sich vorzüglich in den daselbst bestehenden phrenologischen Gesellschaften äußert. — Schelling's (geb. 27. Januar 1775) Philosophie (der die Natur betreffende Theil ist bearbeitet in seinen „Ideen zu

einer Philosophie der Natur" 1795, 2te Aufl. 1803; in der Schrift „von der Weltseele;" im „ersten Entwurf eines Systems der Naturphilosophie" 1799, und in der „Einleitung zu den Ideen zu einer Philosophie der Natur" 1799, doch nirgends als geschlossenes System) mußte nothwendig bedeutenden Einfluß auf den Entwicklungsgang der Physiologie üben. Schelling erhob sich, gleich Pythagoras und Plato, zur Idee des allgemeinen Lebens. Der Mensch ist ihm ein Abbild des Universums, in welchem sich, wie in jenem, obwohl auf eigene Weise, die Gegensätze des Reellen und Ideellen wieder vereinigen. — Unter den Physiologen der neuesten Zeit kann man in weiterem oder engerem Sinn zur Schule der Naturphilosophie zählen: Oken, Schelver, Kieser, C. E. Schelling, v. Walther, Weber, Naße, Burdach u. A. Schelling's System, aus eigenthümlich deutschem Geiste hervorgegangen, ist auch nur in Deutschland verstanden und anerkannt worden, während in Frankreich und England die objektive Richtung herrschend blieb, der Magendie, Alibert, Monroe, Bell rc. angehören. — In der neuesten Zeit endlich ist dieselbe auch in Deutschland wieder, durch Rückkehr zu den Prinzipien der Kant'schen Schule, unter dem Namen der „rationalen Empirie" in der Physiologie und Medizin beliebt worden, und Rudolphi, Joh. Müller, Tiedemann, Valentin, zum Theil auch Döllinger sind für diese Richtung vorzugsweise zu nennen. In der neuesten Zeit bestrebt man sich, das exakte Verfahren, welches der neuern Physik eigen ist, auch in der Wissenschaft vom Leben einzuführen, um, wie man glaubt, auch hier die Bestimmtheit und Sicherheit jener zu erreichen. Dieses mag allerdings so weit angehen, als die organischen Körper auch den Gesetzen der Materie gehorchen; wer weiter gehen zu können glaubt, fällt in den Irrthum der Iatromechanik zurück.

Allgemeine Physiologieen, Darstellungen des Lebens sämmtlicher organisirter Körper, gaben: G. R. Treviranus, in seiner klassischen „Biologie oder Philosophie der lebenden Natur," 6 Bde. Bremen 1802—30, und in den „Erscheinungen und Gesetzen des organischen Lebens" 2 Bde. 1830—33; dann Wilbrand, Virey, Neumann. Auch Burdach's großes Werk ist hieher zu zählen.

Zeitschriften für Ph. sind alle bei der Anatomie angeführten.

Von physiolog. Systemen und Lehrbüchern nennen wir: Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft, Bd. 1—5. 1830—35. 1ter Bd. 2te Aufl. 1836. — Joh. Müller, Handbuch der Ph. des Menschen. 1ter Bd. 2te Aufl. 1835. — Magendie, Lehrb. der Ph. 3te Aufl. Aus dem Franz. von Dr. Elsäßer.

2 Bde. Tübingen 1834—36. — Tiedemann, Lehrb. der Ph. des Menschen. Bd. 1. Darmst. 1830. — Döllinger, Physiologie des Menschen. Regensb. 1835—36.

M. Anthropologie.

a. Physische A.

Die sogenannte somatische A. ist eigentlich nur der Inbegriff der vereinigten Anatomie und Physiologie des Menschen. Wir gedenken ihrer, weil diese beiden von einigen Schriftstellern als gemeinschaftliches Ganzes bearbeitet worden sind, wie durch v. Baer, Kittel u. A. Die Naturgeschichte der Menschengattung beginnt erst mit Blumenbachs berühmtem Werk über die angeborene Verschiedenheit des Menschengeschlechts, in welchem 5 Menschenrassen angenommen und charakterisirt wurden. Ihm ist Lawrence beigetreten, während Cuvier nur 3, Desmoulins 16, Bory de St. Vincent 15 Arten annahmen. Sonst haben sich um physische Naturgeschichte des Menschen verdient gemacht: Ludwig, Girtanner, Prichard, Lacepede, Choulant, Veszely, Virey. Die vorzüglichsten hieher gehörigen Werke sind: Blumenbach, de humani generis varietate nativa. Gotting. 1790. — Grundriß der Naturgeschichte der Menschenspezies, von Chr. Fr. Ludwig. Lpzg. 1796. — Lectures on Physiology, Zoology and the natural history of man, by Will. Lawrence. 6 edit. Lond. 1834. — Hist. nat. des races humaines, par Desmoulins. Par. — L'homme etc. par Bory de St. Vincent. 2de edit. Paris 1836.

b. Psychische A.,

in vollem Sinn umfaßt das ganze Seelen-, Geist- und Gemüthsleben (weßhalb die Psychologie von ihr nur ein Theil ist) und in so ferne sich dieses im Schaffen und Handeln äußerlich ausspricht, das ganze geistige Dasein des Menschen und der Menschheit. Staat, Kirche, Kunst und Wissenschaft sind nur einzelne Richtungen des sich offenbarenden Menschengeistes, deren Darstellung der räumlichen und zeitlichen Erscheinung nach Aufgabe der verschiedenen Zweige der Geschichte ist. Die psychische A. als eigene Wissenschaft, kann nur die Abstraktion aller Wissenschaften, Künste, Religionen, Staatsformen, geschichtlichen Entwicklungen 2c. sein, welche die Gesetze darstellt, die all' jenen Aeußerungen des Menschengeistes zu Grunde liegen.

Materialien zu einem — noch nicht existirenden — Werke dieser Art sind die sämmtlichen Schriften über Geschichte, Philosophie, Wissenschaft und Kunst. Es gehören hieher auch die von Burdach (der Organismus menschlicher Wissenschaft und Kunst,

Lpzg. 1809), Omalius d'Halloy (De la classification des conaissances humaines. 2 feuill. in 8. Brux. Hayez 1834), Ampère (Essai sur la philosophie des sciences etc. tom. 1er 8. Par. 1834) gemachten Versuche, die Wissenschaften systematisch zu ordnen.

c. Allgemeine A.

Hierunter verstehen wir die Vereinigung der somatischen, physischen, psychischen A., oder die Darstellung des ganzen ungetheilten Menschen und der Menschheit in Beziehung zur Natur und zur Geschichte.

Arbeiten, welche man einigermaßen hieher rechnen kann, lieferten Virey, Rud. Wagner, Leupoldt, Edward, Choulant und vorzüglich Burdach in seinem Werke: „Der Mensch nach den verschiedenen Seiten seiner Natur, oder Anthropologie ꝛc." Stuttg. in 5 Abth. von welchen bis Ende 1836 4 erschienen sind.

* * *

Nachrichten über die Lebensumstände der genannten und anderer Forscher findet man in:

Biographie universelle, ancienne et moderne etc. redigé par une société de gens de lettres et de savants. 52 vol. Par. 1811—28. 8.

Schlußbemerkungen.

Vorliegende Skizze der historischen Entwicklung der Naturwissenschaften, sollte mit möglichster Vermeidung des Räsonnements nur die allerwichtigsten Thatsachen umfassen. Die folgenden wenigen Andeutungen mögen einiges Licht auf die großen Perioden und auf die Völker werfen, in und bei welchen jene Entwicklung vor sich gegangen ist.

Der Anfang eigentlicher Wissenschaft von der Natur wird immer bei den Griechen zu suchen sein. Wie hoch man auch indische oder ägyptische Weisheit stellen mag, so ist von den vereinzelten und dunkeln Anschauungen, welche uns von ihr übrig geblieben oder zugänglich sind, ein unermeßlicher Abstand zur organischen Gestaltung einer Wissenschaft.

Bei den Griechen fällt die Blüthe dieser, wo Demokrit, Pythagoras, Plato, Aristoteles, Theophrast ꝛc. lebten und lehrten, mit der Glanzperiode ihres politischen Lebens zusammen, und wir sehen sie in selbem Grade hinwelken, als diese zu erlöschen

begann, als die Sprache verdorben, die nationale Unabhängigkeit gefährdet und zerstört wurde. Ein Absenker griechischer Kultur wurde zwar nach Alexandrien versetzt, und trug dort noch schöne Früchte für die mathematischen Doktrinen, während die übrigen fast ganz vernachläßigt wurden, — aber die jugendliche Schöpferkraft war mit der Blüthezeit verschwunden, und die Empirie für sich allein mochte, auch durch reiche literarische Schätze unterstützt, nur einseitigen Ersatz für die dahin schwindende Kraft des denkenden und zeugenden Geistes gewähren.

Rom, stolz auf seine Bestimmung den Erdkreis zu beherrschen, und rastlos bemüht ihr nachzukommen, hatte keinen Sinn für das mildere Licht der Wissenschaft, die das Getöse der Waffen und das Treiben der Partheien flieht. Auf seinem kriegerischen Boden mochte sie nur als Dienerin gedeihen, welche das Leben des Eroberers in den Zeiten kurzer Ruhe angenehm machte, und die der ganzen Erde geraubten Produkte für den Genuß bereitete.

Das große Werk des Plinius ist unschätzbar als Spiegel der ganzen damaligen Auffassung der Natur, und als Sammlung, in welcher die kostbaren Reste einer großen Zahl jetzt verlorener Schriftsteller aufbewahrt sind: zeigt aber auffallend den Mangel selbstständiger Forschung bei den Römern den Griechen gegenüber, aus deren Schriften Plinius vielleicht das Beste seines Werkes geschöpft hat.

Das Mittelalter mit seinem kontemplativen und poetischen Geiste, seiner Thatenlust und religiösen Hingebung, seiner Neigung zum Geheimnißvollen und Wunderbaren, verhält sich zur neuen christlichgermanischen Zeit, etwa wie das mythische Zeitalter der Griechen zur Periode ihrer bewußtesten und höchsten Entwicklung. Die Betrachtung des Mittelalters richtete sich mehr auf den Geist in der Natur, als auf deren sinnliche Erscheinung. In ihr spiegelte sich aber mehr als jemals der eigene Geist jener Zeit, welche überall geheime Kräfte und Beziehungen ahnte, und in der Natur nur eine Symbolik der moralischen Welt sah. Der eine Hauptfaktor der Naturwissenschaft, Beobachtung und Erfahrung — fehlte gänzlich, und man begnügte sich, das Material für jene mystischen Kombi-

nationen nicht in der Natur, sondern fortwährend in den klassischen Schriftstellern zu suchen.

Die berühmte Schule von Salerno, welche 1150 gestiftet, zum Ausgangspunkt zahlreicher medizinischer Fakultäten in ganz Europa wurde, pflegte ihrem Zwecke gemäß vorzüglich nur die Arzneiwissenschaft und die medizinische Botanik. Doch war Italien das Land, in welchem schon im Anfang des 15ten Jahrhunderts, wo im übrigen christlichen Europa noch keine Spur solcher Regung vorhanden war, die Keime der neuen Naturwissenschaft zu treiben begannen.

Die ritterlichen Araber, welche begeistert von einer neuen Lehre, diese in unglaublich kurzer Zeit über 3 Welttheile verbreiteten, pflegten von der Mitte des 8ten Jahrhunderts an, nachdem die Zeit der religiösen Schwärmerei und kriegerischen Eroberung vorüber war, mit Liebe die von den Griechen übernommene Wissenschaft. Die Dynastie der Abassiden im Orient, und jene der Omajiden im Occident wetteiferten, sie zu beschützen und zu bereichern. Zwar lebte in den Arabern nicht der schöpferische Geist der Griechen, aber sie haben unendliches Verdienst um Erhaltung und Kommentirung der Schriften von jenen. Ausserdem wurden jedoch manche Naturwissenschaften, namentlich die Arzneimittellehre, durch selbstständige Forschung von ihnen bereichert, während die Erdkunde durch ihre Eroberungszüge gewann. Was die Chemie betrifft, so kann man sie als Schöpfer derselben ansehen. Bagdad im Osten, Cordova im Westen, waren lange Zeit die Glanzpunkte alles Wissens, und schon im Anfang des 10ten Jahrhunderts reiste man aus allen Ländern Europa's nach Spanien, um an den zahlreichen Akademieen der Araber daselbst Medizin und Mathematik zu erlernen.

Erst mit dem Ende des 15ten Jahrhunderts begann im christlichen Europa auch die Naturwissenschaft zu erwachen. Von da an nahm sie einen immer höhern Schwung und erlangte endlich so ausserordentliche Ausbreitung, durch bis in's Kleinste und Tiefste gehendes Forschen, daß Alles, was von Anfang der Welt bis an das Ende des 15ten Jahrhunders geschehen ist, gegen das seitdem Vollbrachte gewissermaßen verschwindet.

Einen der mächtigsten Hebel, das Experiment, wodurch die Neuern der Natur so viele Aufschlüsse abgewannen, kannten die Alten ganz und gar nicht. So konnten wir in der Einleitung zu dieser historischen Betrachtung Seite 3 u. folg. mit Recht behaupten, daß die Naturwissenschaft sowohl ihrer Form als ihrem Inhalte nach, ein Produkt der neuen Zeit sei.

In Frankreich wurden schon vom 16ten Jahrhundert an die mathematischen und physikalischen Wissenschaften mit dem größten Erfolge gepflegt. Frankreichs Mathematiker, Physiker und Chemiker stehen denen keines andern Landes nach. Sein geistreiches Volk, für die feinsten Untersuchungen, wie für die kühnsten Unternehmungen gleich geschickt, hat seit dieser Zeit, wenig abgehalten durch seine ungeheuern politischen Stürme, die sämmtlichen Naturwissenschaften mit einer Kraft, mit einer Hingebung, mit einer Aufopferung gepflegt, für welche nur der errungene große Erfolg eine würdige Belohnung ist. Nicht Handelsvortheile, nicht Geldgewinn waren es, welche die Franzosen zu den großen Gradmessungen im eigenen Lande, wie unter dem Pole und unter dem Aequator, und zu so vielen kostbaren Expeditionen bewogen, — es war der Nationalruhm und das rein menschliche Interesse, die Wahrheit zu erringen und die Bildung zu fördern. Das große unvergleichliche Museum im Pflanzengarten ist ein Denkmal dieser rühmlichen Bestrebungen, und beurkundet durch die Liberalität, mit welcher es den Gelehrten aller Völker eröffnet wird, auch den humanen Sinn des französischen Volkes. — Frankreichs günstige Lage zwischen zwei so verschiedenen Meeren, den Alpen und Pyrenäen, sein Reichthum an den Produkten der verschiedensten Theile der gemäßigten Zone, mußte nothwendig das Studium der organischen Natur besonders fördern. Daher kam es, daß das natürliche Pflanzensystem auf französischem Boden sproßte, und vergleichende Anatomie wie Zoologie den Franzosen vielleicht am meisten zu danken haben. Paris ward zum Mittelpunkte der Wissenschaft, wie einst Upsala es gewesen war.

Englands Naturforschung hat seit dem Anfang des 17ten Jahrhunderts durch Francis Bacon ihr eigenthümliches Gepräge erhalten. Die Ansichten des Barons von Verulam sind

aus der innersten Natur des englischen Geistes hervorgegangen, und haben eben darum so tiefe Wurzeln geschlagen. Seitdem ist das ganze Streben mit ängstlicher Sorgfalt auf die Empirie gerichtet. So groß die Verdienste Bacon's sind, von Autoritätsglauben und Hypothesensucht auf die Erfahrung und die Beobachtung hingewiesen zu haben, so hat doch die einseitige und rücksichtslose Verfolgung seiner Grundsätze den Mangel an Methode und systematischer Form, die Prinzipienlosigkeit und den fragmentarischen Charakter herbeigeführt, von welchen sich die englische Naturforschung und Medizin noch nicht erholt haben. Ausserdem ist die Erstere im Einklange mit dem Nationalgeist weniger den Naturdingen an sich, als ihrem Nutzen und Gebrauche zugewendet, — eine Erscheinung, die neben vielen andern auf jenen Geist hinweist, welcher einst Rom beseelte, und nun auf das Meergebietende England übergegangen zu sein scheint. — Nach einer andern Seite hin führte diese Ansicht die Engländer zur Physikotheologie, welche in einer gewissen Zeit auch in Deutschland bedeutenden Anklang fand, allenthalben nur die zweckmäßige Einrichtung der Natur erkannte, und in einer noch speziellern Anwendung ihre Produkte vorzüglich in Beziehung zu den Bedürfnissen des Menschen brachte, für welchen alles vorhanden sei. — Am wenigsten wurde in Brittanien für die Wissenschaften von der organischen Natur geleistet, am meisten für die mathematischen, physikalischen, und in neuester Zeit für Geognosie.

Deutschlands geographische Lage ist unendlich weniger günstig für Naturforschung, als jene der eben genannten Länder. Diese äußere Ursache, in Verbindung mit dem spekulativen Geiste seines Volkes als innerer, hat der deutschen Naturforschung jenen transzendenten Charakter gegeben, welcher in der Anfangs dieses Jahrhunderts herrschenden Naturphilosophie seinen eigentlichen und stärksten Ausdruck erhielt. Abgesehen hievon haben jedoch die Deutschen, vermöge des ihnen einwohnenden gründlichen Fleißes, auch in der objektiven Naturforschung so viel geleistet, als irgend eine andere Nation. Zugleich faßten sie stets die Natur und ihre einzelnen Dinge allseitig auf, und vergaßen nur vorübergehend über der

äußern Erscheinung die innere Bedeutung und über dem Einzelnen das alles verbindende Ganze. Während die französische Philosophie noch zur Stunde nicht über den Sensualismus, die englische nicht über die empirische Psychologie hinaus gekommen ist, hat die Spekulation der Deutschen, mittelst des sie charakterisirenden Vermögens, die ideale Seite der Welt aufzufassen, die höchsten Gebiete des Denkens durchlaufen. Eine Rückwirkung hievon auch auf die Naturwissenschaften konnte nicht ausbleiben, und ihr ist jene tiefere Behandlung derselben zuzuschreiben, welche auch die strengsten Empiriker dieses Volkes nicht verläugnen.

Wir können nur flüchtig der übrigen Länder gedenken, welche sich in unserer Wissenschaft würdig an die vorigen anschließen: des geistreichen scharfsinnigen Italiens, des gründlichen, ruhig forschenden Dänemarks, Hollands und Schwedens, von welchem letztern vor einem Jahrhundert der strahlende Glanz der Linné'schen Schule ausgieng, welche so lange Gesetzgeberin blieb, — und der Schweiz, welche seit dem 16ten Jahrhundert ausgezeichnete Forscher hervorgebracht hat.

* * *

Die Naturwissenschaft hat sich jetzt einer allgemeinen Begünstigung zu erfreuen, welche ihr von Regierungen und Privaten in hohem Maaße zu Theil wird, und die nur dadurch erklärbar ist, daß Erforschung der Natur eine der herrschenden Kulturideen der Zeit ist. Ausser Tausenden, welche vereinzelt jener Bestimmung nachkommen, wirken zahlreiche Universitäten und gelehrte Gesellschaften in fast allen Theilen der Welt. *)

Jene öffentliche und allgemeine Theilnahme hat auch die Anlage zahlreicher Museen, botanischer Gärten u. s. w. so wie die Erscheinung vieler prachtvollen Werke möglich gemacht,

---

*) Ausser Europa in Kalkutta, Makao (seit 1829), Bombay; Mauritius (seit 1830); Newjork, Philadelphia, Havannah; Sidney. Ausser den stehenden haben sich auch temporäre und wandernde Gesellschaften gebildet: so jene der schweizer'schen Naturforscher, der deutschen Naturforscher und Aerzte; nach deren Muster ähnliche in England und Frankreich.

in welchen Typographen, Kupferstecher und Maler wetteifern, um den Kontrast mit den dürftigen Holzschnitten der frühern Jahrhunderte mächtig heraus zu heben, und die höchste Naturwahrheit mit künstlerischer Vollendung zu einen. *) Es sind daher alle äussern Verhältnisse gegeben, welche hohe Ausbildung und fruchtbare Anwendung einer Wissenschaft herbeizuführen vermögen.

Andererseits ist jedoch nicht zu läugnen, daß die Richtung, welche im Allgemeinen in der Naturforschung eingeschlagen wird, für sich allein nicht hinreicht, zu dem ganzen und vollkommenen Verständniß der Natur zu führen, wie dieses überhaupt dem Menschen möglich ist. Es wird von vielen Seiten die Empirie, und nur die Empirie, die objektive, sinnliche Auffassung als das einzige Mittel empfohlen, durch welches Fortschritte herbeigeführt werden können. Auch wir erkennen in der sinnlichen Erfahrung die materielle Grundlage der Naturforschung, aber durch sie ist nur ein Theil, nicht das Ganze gegeben. Der Mensch ist ein Wesen, in welchem sich gleichsam die ganze Natur mit all' ihren Kräften in eigenthümlicher Weise wiederholt. Um jene vollkommen zu verstehen, muß der ganze ungetheilte Mensch mit seinen Sinnen, seiner Phantasie, seinem Verstande und seiner Vernunft der Natur gegenüber treten. Hier eben liegt die Wurzel des Irrthums, in welchen Jene verfallen, welche die Natur nur durch das eine, oder einige dieser Vermögen in ihrer Totalität zu erschöpfen glauben. Mit jeder Scheidung der menschlichen Vermögen ist nothwendig die Einseitigkeit gegeben und von vorne herein ein möglichst vollkommenes Verständniß der Natur unmöglich gemacht. — Diejenigen, welche die Objektivität empfehlen, haben von ihrem Standpunkte aus vollkommen Recht, aber dieser ist nicht der höchste, den man einnehmen muß. Die Objektivität hat in ihrem Wesen selbst eine Schranke, welche sie nicht zu übersteigen

*) Das vollkommenste in dieser Beziehung ist vielleicht in Audubons Werke über die nordamerikanischen Vögel, in Wallich's Plantae asiaticae rariores, in den Transactions of the Zoological Society rc. geleistet.

vermag. Objektiv kann man nur das Gewordene auffassen, z. B. raümliche Gestalten, anatomische Verhältnisse, — aber es ist unmöglich, hiedurch einen Prozeß des Werdens, einen Akt des Schaffens zu verstehen. Niemand vermag dasjenige objektiv aufzufassen, was selbst nur Produkt der freien Geisteskraft ist, wie die Abstraktion, der Begriff, die Idee, die morphologischen Verhältnisse ꝛc. Sie sind geistiger Art, und können auch nur durch den Geist erfaßt werden. Man täusche sich nicht, und verzichte entweder gleich von vorne herein — sich mit der unabsehlichen Reihe sinnlicher Thatsachen begnügend — auf jedes höhere Verständniß der Natur, oder man wolle mit dem Zweck auch die geeigneten Mittel. Man wähne aber nicht, mit der Objektivität allein jemals ein Ziel zu erreichen, welches außer ihr gelegen ist.

Werfen die Empiriker den philosophischen Forschern vor, daß sich deren Ansichten ändern, so gilt dieß von ihnen eben so gut. Auch die empirische Anschauung ändert sich beständig, und das Objekt verwandelt sich gleichsam unter Augen und Händen. Wie oft haben sich nicht die chemischen Systeme geändert! Haller's Physiologie ist für unsere Zeit unbrauchbar, und schwer wird zu Recht kommen, wer jetzt nach Jonston Insekten, nach Jungius Pflanzen, nach Cronstedt Mineralien bestimmen will. Die sinnliche Anschauung durchläuft Stufen der Vollkommenheit, wie der Geist Stufen der Erkenntniß. Wenn in der geistigen Erkenntniß Irrthum wegen der hier hervortretenden Unendlichkeit leichter möglich, die Kontrolle schwerer ist, so ist auch die in diesem Gebiete gewonnene Wahrheit von höherem Werth. Was das „unselige Prinzip subjektiver Einmischung" betrifft, über welches Manche klagen, so müssen wir uns dabei beruhigen, daß alles Gute und Große, was jemals geschehen ist, nur durch „subjektive Einmischung" möglich wurde.

Man kann leicht bemerken, daß die herrschende Objektivität der neuesten Naturforschung nur eine sekundäre Erscheinung des allgemeinen Strebens nach materiellem Besitz, nach „sicherer" Grundlage sei. Weit entfernt beklagenswerth zu sein, in so ferne es nicht allein sein will, — wird dasselbe zu einer glänzenden Reihe von Thatsachen und Materialien

führen, die nur auf diesem Wege gewonnen werden können, und gewiß als kostbare Baustoffe des Tempels der Wissenschaft dienen werden. Hiebei muß man sich jedoch entschieden jedem Versuch wiedersetzen, die Idee zu spoliiren und herab zu würdigen. Der ideenlose Verstand hat nicht das Recht, über die Idee abzusprechen. — Die Ansicht, welche in diesem Werke durchgeführt werden soll, stützt sich auf die Universalität des Menschen, gegenüber jener der Natur, und schließt daher den ganzen Kreis der strengsten, genauesten Empirie nicht nur nicht aus, sondern als wesentliches Element in einem größern Kreise ein.

Manche glauben, das Heil der Wissenschaft in einer strengen Beschränkung auf den Inbegriff ihrer Objekte und in eine möglichst isolirte Ausbildung setzen zu müssen. Auch diese fassen nur eine Seite der Wahrheit auf. Die Wissenschaften bilden einen weitschattenden Baum, dessen Aeste, Blüthen und Früchte neben ihrer Trennung auch Zusammenhang haben: einen Organismus, dessen Glieder sowohl sich selbst, als dem Ganzen angehören. Sie sollen ihre Beziehung auf den lebendigen Stamm, aus dem fortan Leben für sie quillt, nicht verkennen und nie vergessen, daß sie nur verschiedene Richtungen einer gemeinschaftlichen Idee sind, und nur so lange organisches Leben haben, als sie von dieser durchdrungen werden. Der Geist der Zeit strebt nach Einigung und Universalität im Bereiche des Lebens wie des Wissens, und haßt die Abgeschlossenheit.

Betrachtet man die Entwicklung der Naturwissenschaften in ihren höchsten und allgemeinsten Verhältnissen, so scheint sie jetzt 2 Stufen durchlaufen zu haben. Wir möchten die Naturbetrachtung des Alterthums, welches die Naturdinge gleichsam nur in Massen sah, dem das Einzelne im Ganzen verschwand, definiren als eine Synthesis sine analysi; jene der neuen Zeit, welcher die umfassenden Ideen verschwinden, und die im Ganzen nur das Einzelne sieht, als eine Analysis sine synthesi: hoffen wir, daß die Zukunft zur Synthesis per analysin führe, in welcher das Einzelne im Ganzen, und das Ganze im Einzelnen erkannt wird.

Allgemeine Literatur der Naturgeschichte der drei Reiche.

Systeme und große beschreibende Werke:

Aristoteles opera graece, latine, ex ed. G. du Val. 4 vol. Paris 1654. seq. (Besonders vol. II).

C. Plinii Secundi Historiae naturalis Libri XXXVII. cum selectis commentariis J. Harduini ac recentiorum interpretum novisque annotationibus. Curant. C. Alexandre, Ansart, G. Cuvier, Ajasson de Grandsagne, L. Desfontaines, Emerico-David, Delafosse, A. Pihan Delaforest. vol. 1—10. 8. Paris 1827—32.

C. Linnaei, Systema Naturae seu regna tria naturae systematice proposita etc. Lugd. Batav. 1735. fol. Ejusd. syst. nat. ed. XII. vol. 4. Ejusd. syst. nat. ed. XIII. aucta, reform. cur. J. F. Gmelin. 9 vol. Lips. 1788—93. gr. 8.

G. L. Leclerc Comte de Buffon (L. I. M. Daubenton, Ph. Gueneau de Montbeillard et B. G. E. de La Cépède) Hist. nat. générale et particulière. 44 vol. Paris, 1749—1804. 4. av. planch. Ejusd. Hist. nat. nouv. ed. (Daudin, Sonnini, Denys-Montfort, Latreille, Mirbel) rédigé par M. Sonnini. 127 vol. 8. av. planch. Par. an VII. 1798—1807.

Suites à Buffon, formant avec les oeuvres de cet auteur un cours complet d'histoire naturelle. Collection, accompagnée de planches. Par. chez Roret. 8. Von dieser 1834 begonnenen, auf 45 Bde. berechneten Sammlung waren bis Ende 1836 erschienen: Introduction à la Botanique, par Alph. De Candolle, 2 vol. — Hist. nat. des Végétaux phanérogames, par E. Spach, vol. 1—5. — Introduction à l'Entomologie, par Th. Lacordaire, vol. 1. — Hist. nat. des Insectes Diptères, par Macquart, vol. 2. — Hist. nat. des Insectes Hyménoptères, par A. Lepeletier de St. Fargeau, vol. 1. — Hist. nat. des Insectes Lepidoptères, par Boisduval, vol. 1. — Hist. nat. des Ins. Aptères, par Walkenaer, vol. 1. — Hist. nat. des Crustacés, par Milne Edwards, vol. 1. — Hist. nat. des Reptiles, par Dumeril et Bibron, vol. 1—3. — Hist. nat. des Cétacés, par F. Cuvier.

* * *

Aus der Unzahl kleinerer Werke führen wir nur an:

J. F. Blumenbach, Handbuch der Naturgeschichte. 10te Aufl. Göttingen 1821. 8.

Oken, Lehrb. der Naturgeschichte. Mineralreich in 1 Bd. Pflanzenreich in 2 Bd. Thierreich in 2 Bd. m. Kupf. Lpzg. und Jena 1813—18. gr. 8.

Perleb, Lehrb. der Naturgeschichte. 1ter Bd. Mineral- und Pflanzenreich. Freiburg im Breisgau 1826. 2ter Bd. Thierreich. 1te Abth. 1831. 2te Abth. 1835. gr. 8.

v. Schubert, die Geschichte d. Natur. 1ter Bd. (Kosmologie, Geologie). Erlangen 1835. 2ter Bd. 1te Abth. (Mineralogie). 2te Abth. (Phytologie). 1836. gr. 8. m. K.

Naturgeschichte der drei Reiche, m. Abb. 8. Stuttg. Schweizerbart, seit 1832. Bis Ende 1836 waren hievon erschienen: Allgemeine Einleitung in die Naturgesch. von Leuckart. — Lehrb. der Geognosie und Geologie, von v. Leonhard. — Lehrb. der Oryktognosie von Blum. — Lehrb. der Botanik von Bischoff. Bd. 1—2. 1ter Th. — Lehrb. der Zoologie von Voigt. Bd. 1. 2. 3. 1tes Heft.

Allgemeine Naturgeschichte für alle Stände von Oken. 8. mit Abb. in Fol. Stuttg. Hoffmann, seit 1834. Bis Ende 1836 waren erschienen: 30 Lief. der Zoologie, 2 Lief. der Mineralogie und 4 Lief. des Atlas.

* * *

Allgemeine naturphilosophische Werke:

W. Derham, Physicotheology. edit. 4. Lond. 1716. 8.

Ch. Bonnet, Oeuvres d'hist. nat. et de philosophie. Neuchâtel, 1779—83. 8 tom. 10 vol. 4. 18 vol. 8. av. planch. — Uebers. von J. Hedwig. 4 Bde. Lpzg. 1783—85. gr. 8.

K. Bonnets Betrachtungen über die Natur, a. d. Franz. übers. von J. D. Titius. 5te Aufl 2 Bde. Lpzg. 1803. gr. 8.

Smellie, Philosophie der Naturgeschichte, a. d. Engl. mit Erläut. von E. A. W. Zimmermann. 2 Bde. Berl. 1791. 8.

F. S. Voigt, Grundzüge einer Naturgeschichte als Gesch. der Entstehung und weitern Ausbildung der Naturkörper. Frankf. 1817. gr. 8.

— System der Natur und ihre Geschichte. Jena 1823. 8.

Lehrb. der Naturphilosophie von Oken. 2te Aufl. Jena 1831.

Dissertation philosophique, physiologique et metaphysique sur l'identité de la vie intellectuelle et materielle des tous les êtres etc. par Villain, 8. Paris 1833.

Nouveaux principes de la philosophie naturelle, deduits d'observations et d'experiences de physique très faciles a renouveler, et appli-

qués a la physiologie universelle, au magnetisme et à l'electricité, à la theorie de la lumière et des couleurs, ainsi qu'à la théorie de l'audition etc. par J. N. Deal. 8. Paris 1834.

Theorie de l'ordre de la nature, d'après la decouverte de la cause première et dernière de l'univers etc. par F. V. Serratrice, trad. de l'italien par G. S. 8. Paris 1835.

Grundzüge des Naturmechanismus. Nach dem Manuskript eines unbekannten Forschers, von Raphael Genhart. 1tes Heft gr. 8. Schaffh. 1834.

* * *

Die Urwelt und das Alterthum, erläut. durch die Naturkunde von H. F. Link. 1ter Thl. 2te Ausg. Berl. 1834. 2ter Th. Berl. 1822.

H. F. Link, Propyläen der Naturkunde. gr. 8. Berl. 1836.

Al. v. Humboldt, Ansichten der Natur.

* * *

Denkschriften gelehrter Gesellschaften.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Lond. seit 1665. 4. m. K.

Histoire de l'Academie royale des Sciences, depuis 1666—1790. av. les Mémoires de Mathematique et de Physique. Paris 1701—93. 164 vol. 4. av. pl.

Memoires de l'Institut national des Sciences. 14 vol. 4. Par. 1798—1815.

Memoires de l'Acad. royale des sciences Par. seit 1816.

Annales du Muséum d'Hist. nat. par les professeurs de cet etablissement. 20 vol. 4. av. pl. Paris 1802—13.

Memoires du Mus. d'hist. nat. etc. Par. seit 1815.

Nouvelles Annales du Mus. d'hist. nat. seit 1832 bis 1836 4 vol. 4. av. Pl.

Miscellanea Academiae Imperialis Naturae Curiosorum. Dec. 1. 2. 3. Lips. et Francof. 1670—1706. — Acad. nat. Cur. Ephemerides. Centur. 1—10. ibid. 1712—22. — Acta physico-medica Acad. Nat. Curios. vol. 1—10. Norimb. 1727—54. — Nova Acta Acad. Nat. Cur. vol. 1—8. ibid. 1757—91. — Eorund. vol. 9. seq. (auch als: Neue Verhandlungen der K. Leop. Karol. Akad. der Naturforscher. Bd. 1—17. Erlangen, Bonn, Breslau, 1818—36. 4. m. K.

Ferner Memoires de l'Acad. royale des sciences à Berlin.

Denkschriften der k. Akad. d. W. zu Berlin.

Mem. de l'Acad. imp. de St. Petersbourg.

Mem. de l'Acad. imp. de naturalistes de Moskou.

Transactions of the Linnean Society of London.

Nova Acta regiae Societ. scientiarum Upsaliensis.

Transactions of the philosophical Society of Cambridge.

Denkschr. der k. Akad. der Wissensch. zu Stockholm.

Annalen der Akad. d. W. des Lombardisch-Venetianischen Königreiches.

Denkschr. d. k. Akad. zu München.

Denkschr. d. k. Akad. zu Kopenhagen.

Verhandlungen der Gioenischen Akad. d. Naturwissenschaften zu Catanea.

Denkschr. der Società Italiana zu Modena, von 1782—1816. 17 Bde. 4.

Memoires of the Wernerian natural history Society. Edinb. seit 1817. 8. m. K.

Journal der Akad. der Naturwissenschaften von Philadelphia.

Denkschr. der k. Akad. d. W. zu Turin. seit 1786 38 Bde. 4.

Annales générales des sciences physiques par Bory de St. Vincent, Drapiez et v. Mons. Tom. VII. Brux. 1820.

Saigay et Raspail Annales de sciences d'observation.

Memoires de la Soc. de physique et d'hist. nat. de Genève.

Verhandelingen vit gegeven door de Hollandsche Maatschappye der Weetenschapen te Harlem.

Memoires de la Société Linnéenne de Normandie.

Transactions of the Society of the nat. hist. of the Countrys Northumberland, Durham et Newcastle.

Memoires de la Société d'hist. nat. de Strassbourg.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux.

Memoires de la Société d'hist. nat. de Paris. (Diese Gesellschaft hat 1831 den Namen Société des sciences nat. de France angenom.)

Annalen des Wiener Museums der Naturgeschichte. Herausgegeben von der Direktion desselben. (seit 1835).

So wie die Schriften der naturforschenden Gesellschaften von Berlin, Danzig, Halle, der Wetterau, der Schweiz, Prag u. s. w. von welchen manche übrigens schon eingegangen sind.

* * *

Zeitschriften und Sammlungen naturwissenschaftlicher Abhandlungen:

C. a Linné, Amoenitates academicae s. dissertat. variae physicae, medicae, botanicae. Edit. 2da cur. J. C. D. Schreber. 10 vol. Erlang. 1787—90. gr. 8. c. tab.

Der Naturforscher, herausgegeben von J. E. J. Walch, später von J. C. D. Schreber. 30 Th. Halle 1774—1804. 8. m. K.

Magazin für das Neueste der Physik und Naturgeschichte, her-

ausgegeben von L. Ch. Lichtenberg, später von J. H. Voigt. 12 Bde. Gotha 1781—99.

Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde. 12 Bde. Jena und Weim. 1797—1806. 8. K.

Journal de Physique, de Chimie et d'hist. naturelle; par Rozier, de la Métheric, et Ducrotay de Blainville. 96 vol. Par. 1773—1823. 8. av. pl.

Annals of Philosophy; by F. Thomson; später J. G. Children and R. Phillips. 16 vol. Lond. 1813—20. New Series seit 1821. gr. 8. m. K.

Bulletin des Sciences naturelles et de Géologie; publié sous la direction de M. le Bar. de Férussac. Par. seit 1834. gr. 8. Endete mit Ferussac's Tod.

Giornale di fisica, chimia, storia naturale, medicina ed arti; compil. dal G. Brugnatelli e Configliachi. Pavia seit 1807. 4. m. K.

Isis von Oken. Jena und Leipz. seit 1817. gr. 4. m. K.

Annales des sciences naturelles, par M.M. Audouin, Ad. Brongniart et Dumas. Paris 30 vol. 1824—33. — Seconde Serie, red. par M.M. Audouin et Milne Edwards pour la Zoologie, et pour la Botanique par M.M. Ad Brongniart et Guillemin. Par. seit 1834.

Minerve, ou choix des memoires les plus importans, qui paraissent dans les pays étrangers sur les sciences nat., publié par E. Jacquemin. Paris 1836.

Schweizerische Zeitschrift für Natur und Heilkunde. Herausgegeben von v. Pommer. 1 Bd. 4 Hefte. gr. 8. Zürich 1834.

Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde, von Froriep, seit 1822. gr. 4. (sehr reich).

Autenrieth und Bohnenberger, Tübinger-Blätter für Natur- und Arzneikunde. 6 Stücke in 2 Bdn. 1816. 8.

Archiv für Naturgeschichte. Herausg. von A. F. A. Wiegmann. 1ter Jahrg. 1835. 2 Bde. 2ter Jahrg. 1836. 8. m. K.

l'Institut. Paris 4. Erscheint von Eugène-Arnoult redigirt seit 1833 und liefert sehr schnell die Verh. der Ac. roy. de scienc., der Royal Society, der Soc. entomolog. de France etc.; weniger prompt die Arbeiten der Akad. zu Stockholm, Kopenhagen, Petersburg und in Deutschland. Seit 1836 ist es in 2 Sektionen getheilt, von welchen die eine den Scienc. mathematiques, physiques et naturelles bestimmt ist.

Bulletin d'hist. nat. de France, par N. Boubée, Par. 1835.

Ausserdem sind wichtig die allgemeinen wissenschaftlichen Zeitschriften:

The philosophical Magazine and Annals of philosophy by Taylor and Phillips.

Brewster's Edinburgh philosophical Journal.

Jameson's Edinburgh new philosoph. Journal.
Journal of the Royal Institution.
The quarterly Journal of Science.
Bibliotheque universelle etc.

so wie mehrere medizinische Journale, die Literaturzeitungen und auch das:
Dictionnaire des sciences medicales, 60 vol. Paris 1812—22.

* * *

Reisewerke:

Ausser den ältern Reisen von Sloane, Adanson, Forskael, Niebuhr, Pallas, Gmelin, Cook, Sparrmann, le Vaillant, Lichtenstein u. s. w. sind folgende neuere Reisen für Naturgeschichte wichtig geworden:

Al. v. Humboldt's Reisen in Amerika, und seine neuere in Nordasien.

v. Krusenstern's Reise um die Welt.

v. Kotzebue's Reisen um die Welt.

Spix und Martius Reise in Brasilien.

Prinz v. Neuwied's Reise in Brasilien.

Hemprich und Ehrenbergs Reisen in Syrien, Aegypten und Arabien.

Rüppel's Reisen in Nubien, Abyssinien und Kordofan.

Voyage dans le district des diamans, et sur le littoral du Brésil, par M. Aug. de St. Hilaire. 2 vol. in 8. Paris 1833.

Ad. Erman's Reise um die Welt.

Voyage dans l'Inde pendant les années 1828—32. par V. Jacquemont. Paris seit 1835. gr. 4. Soll 4 Bde. mit 300 Taf. bilden.

Parrot's Reise nach dem Ararat.

Pöppig's Reisen in Amerika.

Meyen's Reise um die Welt.

Ch. Bélanger, Voyage aus Indes orientales, pendant les années 1825—29.

Reise auf dem kaspischen Meere und in den Kaukasus. 1825—26. v. Eichwald. 1 Bd m. Kupf. und Kart. Tübingen 1835.

Hist. nat. des îles Canaries, par M. M. Barker-Webb et Sabin Berthelot.

* * *

Wörterbücher:

Mit Uebergehung der ältern führen wir nur an:
Dictionnaire classique d'hist. naturelle.

Dictionnaire des sciences naturelles, par plusieurs Professeurs du Jardin du roi etc. Strassb. et Par. 60 vol. et 11 vol. planch. 8. 1816—30.

Wörterbuch der Naturgeschichte, dem gegenwärtigen Stande der Botanik, Mineralogie und Zoologie angemessen. 8. Mit Atlas in 4. Seit 1824 bis Ende 1836 ist des 10ten Bandes 2te Hälfte (Mollis-Myzoxyle) erschienen, und 11 Lief. des Atlas je zu 10 Taf.

Ausser diesen speziell der Naturgeschichte bestimmten Wörterbüchern sind noch vorzüglich wichtig die

Encyclopédie methodique, (seit mehreren Jahren beendigt).

New Cyclopaedia by Rees.

Ersch's und Gruber's Encyklopädie.

* * *

Ph. A. Nemnich, allgemeines Polyglotten-Lexikon der Naturgeschichte. 2 Bde. Hamb. 1793—97. 4.

* * *

Terminologie:

J. K. W. Illiger's Versuch einer systematischen vollständigen Terminologie für das Thier- und Pflanzenreich. Helmstädt 1800. 8.

Dictionnaire raisonné, étymologique, synonymique et polyglotte des termes usités dans les sciences naturelles etc. par A. J. L. Jourdan, 2 vol. gr. 8. Paris 1834.

* * *

Anleitung zum Studium der Naturgeschichte:

Sennebier, l'art de l'observer etc. übersetzt von Gmelin. 2 Thle. mit K. Leipz. 1776.

Allgemeine Anleitung die Naturgeschichte zu studiren, von Fr. v. P. Schrank. München 1783.

J. F. W. Herschel, Einleitung in das Studium der Naturwissenschaften. Es giebt zwei Uebersetzungen dieser Schrift, eine von F. L. Henrici, die andere von Albert. Beide sind 1836 erschienen.

Anleitung zum naturwissenschaftlichen Beobachten für Gebildete aller Stände. I. Geologie von H. T. de la Beche. Aus dem Engl. von Rehbock. Mit 133 eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. Berlin 1836.

* * *

Suckow, das Naturalienkabinet, oder gründliche Anweisung u. s. w. mit Abb. gr. 12. Stuttgart 1835.

* * *

Allgemeine medizinische Naturgeschichte:

Cours complet d'hist. nat. medicale et pharmaceutique; l'histoire, la description des propriétés et l'usage des substances medicamenteuses tirées des trois régnes; publ. par G. Cuvier, A. Richard, Drapiez etc. av. un atl. de 150 pl. Aix la Chapelle 1835.

* * *

Repertorien:

J. D. Reuss, Repertorium Commentationum a Societatibus literariis editarum, secundum disciplinarum ordinem. tom. 1. Zoologia. tom. 2. Botanica et Mineralogia. Götting. 1801—2. 4.

* * *

Literaturwerke:

Gronovius, bibliotheca regni animalis atque lapidei. 1760. 4.

Deliciae Cobresianae, oder J. P. v. Cobres Büchersammlung zur Naturgeschichte. 2 Thl. Augsb. 1781—82. 8.

Systematisches Verzeichniß aller derjenigen Schriften, welche die Naturgeschichte betreffen, von den ältesten bis auf die neuesten Zeiten. Halle 1784. 8.

G. R. Böhmer, systematisch literarisches Handb. der Naturgesch., Oekonomie und der verwandten Wissenschaften. 2 Bde. Leipz. 1785—90. 8.

J. Fiebig und B. S. Nau, Bibliothek der gesammten Naturgeschichte. 2 Bde. Frankf. 1789—91. 8.

L. Dryander, Catalogus Bibliothecae historico-naturalis Jos. Banks. 5 vol. Lond. 1797—1800. gr. 8.

J. S. Ersch, Literatur der Mathematik, Natur- und Gewerbskunde u. s. w. seit der Mitte des 18ten Jahrh. Neue Ausg. Leipz. 1828. gr. 8.

Bibliotheca physico-medica. 8. Lips. 1832. Voss.

Allgemeine Naturgeschichte.

Erstes Buch.

Bedeutung und Wesen der Natur. Uebersicht ihrer Hauptformen und Erscheinungen.

I. Hauptstück.

Die Kräfte und ihr letzter Grund.

Betrachtet man das große Ganze der Natur, so wie alle ihre einzelnen Dinge, so gewahrt man allenthalben eine unermeßliche Zahl von Wirkungen verschiedener Grade und Arten, welche auf das manigfachste ineinander greifen, und hiedurch theils sich fördern, theils sich gegenseitig aufheben. Ihr vereintes Resultat ist allgemeine Bewegung in allen Dingen der Welt.

Die Ursachen dieser Bewegung, die Ursachen der einzelnen Wirkungen in der Natur nennen wir Kräfte. Wir sprechen von Attraktions- und Repulsionskräften, von organischen, moralischen, geistigen Kräften. In allen Fällen verstehen wir unter Kraft etwas in sich Lebendes, zu beleben und zu bewegen Vermögendes, den Grund aller Veränderung im Ruhenden. Allenthalben, wo Wirkungen entstehen, wo Gestalten werden, wo Veränderungen eintreten, sind sie das Produkt von Kräften. Alles ist nur durch Kräfte begreiflich, die Natur ist nichts als ein System von Kräften.

Alle Kräfte der verschiedensten Art sind für die Sinne nur nach der Wirkung vorhanden, welche sie in dem, was wir Materie nennen, hervorbringen, — ihrem Wesen nach denselben ganz unzugänglich. Dieß rührt daher, daß dasselbe übersinnlicher Art ist. Alles Uebersinnliche kann nur durch entsprechendes Uebersinnliches erkannt werden.

Allenthalben in der Natur tritt uns Kausalität entgegen, als wesentliches Bestimmungsmoment aller natürlichen Dinge. Vorausgehende Ursachen rufen entsprechende Wirkungen hervor, die ihrerseits wieder zu Ursachen weiterer Wirkungen werden. Nichts ist durch sich selbst, von höherer Kraft unabhängig, das geworden was es ist, denn Alles in der Natur ist, was es ist, entweder durch das, was es in der Vergangenheit war, die endlich immer auf einen Anfang hinweist, oder durch das, was das ihm zunächst Vorhergehende war. — Wir können nach Beobachtung und Tradition mehr oder minder große Reihen von Wirkungen und ihnen zu Grunde liegenden Ursachen rückwärts in eine mehr oder minder ferne Vergangenheit verfolgen. Wir sehen in der Geschichte mächtige Völker aus unscheinbarem Keim entstehen, erwachsen und verschwinden, und in den Schichten der Erdrinde finden wir Reste organischer Wesen, von deren Art in ältern Schichten keine Spur vorhanden war, die in darauffolgenden zur Erscheinung kamen, in noch spätern herrschend wurden, und in den jüngsten wieder abnehmend endlich ganz verschwanden.

Diese und ähnliche Beispiele zeigen, daß eine einzige Ursache, indem sie kombinirte Wirkungen hervorruft, die ihrerseits in immer wachsendem Verhältniß neue Wirkungen erzeugen, eine ungeheuere Mannigfaltigkeit veranlassen könne. Dort die Horde, welche zum Volk erwächst, hier das erste Paar — oder die ersten Paare — einer neuen Gattung organischer Wesen, welche einer ungemein großen Nachkommenschaft den Ursprung geben.

Verfolgen wir im ersten und in verwandten Fällen jene einzelnen Ursachen gegen ihren Ursprung, so erkennen wir sie oft nur als Verzweigung noch einfacherer, so z. B. jene Horde,

die einem bestimmten Volke den Ursprung gab, als von dem ersten Volke abgelöst, und dieses aus der ersten Familie entstanden.

Wären uns die Mittel hiezu gegeben, so müßten wir überall so leicht, wie in den angeführten Beispielen, zu den einfachsten Ursachen der Dinge gelangen, indem wir rückwärts von der ungeheuern Mannigfaltigkeit zu der ihr zu Grunde liegenden Einfachheit, dem Strome nach zu seiner Quelle schreiten. Wir würden allenthalben erkennen, daß jedes scheinbar Eigenthümliche, Isolirte, Selbstständige nur eine Spezifikation eines Allgemeinern sei, von dem es sich abgelöst hat, und daß auch die letzten und höchsten Allgemeinheiten aus einer allerhöchsten und allerletzten geflossen sind. So lehrt uns, wo die Erfahrung aufhört, zuerst die Analogie, zuletzt die Vernunft.

Die lange Leiter der Kausalität hinauf, müssen wir endlich, wenn auch in der höchsten Höhe zu ihrer letzten Sprosse gelangen, von der erstaunlichsten Vielheit zu immer größerer Einfachheit, von den allerersten Wirkungen zur allerersten Ursache, von den Millionen Radien her zur gemeinschaftlichen Mitte. Daß jene Ursache eine sei und nur eine sein könne, lehrt die ganze Beschaffenheit der Natur, ja beweist schon ihr Dasein und noch mehr das Gleichgewicht der in ihr waltenden Kräfte. Alle, auch die unähnlichsten und einander fernsten Dinge sind durch unendlich zahlreiche Zwischenglieder verbunden. In der unendlichen Mannigfaltigkeit spiegelt sich allenthalben dasselbe Grundwesen. Eine prämeditirte Harmonie herrscht durch die ganze Natur, wodurch sie als ein aus unzähligen Theilen bestehendes Ganzes erscheint. Wären mehrere Centra, mehrere Grundursachen vorhanden, so wäre die Natur entweder nicht zur Erscheinung gekommen, oder würde stets im zweifelhaft schwankenden Kampf, in der größten Unruhe beharren, und früher oder später entweder gänzlich vernichtet oder doch einem Weltprinzipium unterworfen werden müssen.

Kann schon keine der abgeleiteten Kräfte ihrem Wesen nach durch die Sinne erkannt werden, um wie viel weniger

jene Urkraft, Gott, aus der sie sämmtlich geflossen sind. Die Vernunft, für welche Sein Dasein troß aller Sophismen eines bald läugnenden, bald beweisenden Verstandes unverrückbar fest steht, gleich der Sonne, sei sie unter oder über dem Horizont — ist das einzige Vermögen, welches seine Beschaffenheit zu ahnen vermag, weil sie verwandter Natur ist.

II. Hauptstück.

Gott nach seiner doppelten Existenz.

Gott der Alleinige, existirt in zweierlei Richtung und Art; in einer höchsten den Sinnen verborgenen Einheit und einer unendlichen diesen erscheinenden Vielheit.

In der ersten ist Er die über der Natur stehende Persönlichkeit und Richter in der moralischen Welt, in der zweiten gestaltet er die Natur und wird deren Schöpfer und Erhalter.

Gott, als über der Natur stehende Persönlichkeit ist das Urwahre, Urgute und Urschöne, ausgesprochen in der vollkommensten Individualität und höchsten Einheit bei aller Verschiedenheit seiner harmonirenden Eigenschaften. Für Ihn ist keine Kausalität vorhanden, in Seinem Sein entstehen keine Gegensätze. Gottes Sein ist ein Sein schlechthin; ein alleiniges Sein ohne Ursprung und Ende, und über Raum und Zeit. Alle untergeordneten Geister erkennen nur größere oder kleinere Theile des Universums in verschiedener Vollkommenheit, je nach ihrer eigenen: Gott, die unendliche Intelligenz vermag Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft aller Dinge des Weltalls in einer einzigen Vorstellung anzuschauen. — Alle Kämpfe, alle Veränderungen der Natur reichen nicht an die Höhe Seines Wesens und vermögen Seine ewige Klarheit und Ruhe nicht zu trüben. Erst da, wo sinnliche und übersinnliche Welt sich trennen, wo Freiheit und Wahl, mit ihnen Gutes und Böses eintreten, beginnt die Wirksamkeit Gottes als über der Natur stehender Persönlichkeit.

Das Gebiet Gottes in dieser Richtung Seines Wesens ist nur die moralische Welt, in welche die intelligenten Wesen gehören. Daselbst tritt Er, ohne in deren Freiheit einzugreifen, obwohl ihre Handlungen voraussehend, als Richter des Guten und des Bösen auf, nach ewigen Gesetzen Lohn und Strafe vertheilend, — Lohn, indem Er den Würdigen höhere Stufen der Erkenntniß und Seligkeit eröffnet, Strafe, indem Er die Lasterhaften weiter von seinem Anschauen wegstößt und sie in tiefere Regionen der Sinnenwelt verweist.

Die zweite Richtung Gottes offenbart sich durch die materielle Welt in Raum, Zeit und Vielheit. Derselbe entwickelt sich nämlich als Weltgeist aus und an sich selbst in mehreren Stufen zu einer unbegränzten Zahl von Besonderheiten. Jede Stufe oder Kategorie von Wesen ist immer aus der zunächst frühern hervorgegangen, stellt eine Evolution derselben dar, zeigt daher deren Eigenschaften nebst neu hinzutretenden, die auf der frühern Stufe im Keime verschlossen, nicht zur Offenbarung kamen. Der allgemeinste Vorgang bei Erscheinung der Welt, wie jedes einzelnen Dinges ist daher Metamorphose, die wieder eine vollbrachte sowohl, als fortwährend vor sich gehende ist. Jedes organische Einzelwesen durchläuft im Kleinen eine ähnliche Metamorphose, wie die Welt im Großen. Nach der gewöhnlichen Anschauungsweise erscheint die allmählige Steigerung als ein Freiwerden, ein Ablösen des Geistes von der Materie. Da die Materie selbst aber nur der Inbegriff jener Kräfte ist, welche von den Kräften, die wir Sinne nennen, wahrgenommen werden (wie die sogenannten geistigen Kräfte auch nur von geistigen erkannt werden), so folgt hieraus, daß die Natur und die Geisteswelt aus nichts Anderem, als aus Kräften bestehen, die in verschiedenen Kategorieen aufeinander folgend, verschiedene Klassen von Erscheinungen und Wesen darstellen, und daß die Entwicklung der höhern ein Beherrschen der niedrigern nnd ein Zusichselbstkommen sei.

In Gottes als höchster Persönlichkeit Verstand, ist die ganze Reihe der Welterscheinungen idealiter vorgebildet, —

durch den Weltgeist erscheint sie in Raum und Zeit. In Gottes Verstand existiren die Dinge nur als Gedankenbilder: im Handeln des Weltgeistes gewinnen sie reale und selbstständige Existenz. Alle Dinge sind aus Gott hervorgegangen, ohne doch Er selbst zu sein. Indem die Einzeldinge aber selbstständiges Dasein, eigene Existenz gewonnen haben und gewinnen, entfernen sie sich von Gott und die höhern können sogar zu ihm in Gegensatz treten.

Weil die einzelnen Kategorieen aller Dinge — neben ihrer Spezialität — nur die einzelnen Verwandlungsstufen des Alls selbst darstellen, so ist hiemit eine gemeinschaftliche Beziehung Aller zu Allen gegeben. Ein allgemeines Band verbindet auch das Fernste mit einander. Darum erscheinen auch die Kräfte auf den verschiedensten Stufen als Analogieen von einander, und die höhern als Gegenbilder der niedern. So steigern sich die kosmischen, an der Materie haftenden Kräfte der Elektrizität, des Chemismus rc. zuerst zu den organischen, zuletzt zu den geistigen — und die chemischen und physischen Eigenschaften haben ihre höchste Analogie in jenen des Gemüths und Charakters erhalten. Hiedurch ist die synthetische Seite der Welt begründet und hiernach erscheint sie als der universelle Organismus.

Mit der Ausbildung des Alls haben sich aber die einzelnen Stufen, welche früher nur als Gedanken Gottes vorhanden waren, fixirt, sind real geworden, und als nothwendige Bedingung der Selbstständigkeit der Einzeldinge ist die Besonderheit und Verschiedenheit eingetreten. Die höhern Naturwesen sind nicht mehr bloße Regungen des Weltgeistes, oder bloße Erscheinungsstufen desselben, sondern gewinnen durch die Individualität auch einen eigensten, einigen, nur ihnen zukommenden Charakter. Sind die verschiedenen Spezies der Organismen der Erde Produkte des Weltgeistes, so sind ihre Individuen Produkte ihrer selbst. Die Eigenthümlichkeit der Individuen wird durch die sie erzeugenden Individuen bestimmt, wie die Eigenthümlichkeit der Spezies durch den Weltgeist. Hiedurch wird die analytische Seite der Welt begründet, vermöge welcher ihre Einzeldinge auch als solche,

als kleine Welten, nicht mehr als bloße Glieder der großen Welt erscheinen.

Die Kraftwesen oder Seelen im allgemeinsten Sinn, welche aus dem Weltgeiste hervorgegangen sind und hervorgehen, sind von verschiedenener Vollkommenheit, und sie können hiernach in 3 Hauptklassen zusammengefaßt werden.

Die niedrigsten von allen besitzen nur Eigenschaften, welche zu den Sinnen eine solche Verwandtschaft haben, daß sie mit ihnen in Wechselwirkung treten und hiedurch wahrgenommen werden. Diese Eigenschaften sind unter dem Namen materielle bekannt. Die niedrigsten aller Wesen stellen die Atome der Materie, die materialen Kräftepunkte dar, und wir nennen sie Stoffseelen. — Die Seelen einer höhern Klasse haben nicht mehr für sich die Kraft, in räumlicher Ausdehnung den Sinnen wahrnehmbar zu werden, material zu sein, wie die Stoffseelen, — aber sie vermögen eine größere oder geringere Zahl von diesen um sich zu sammeln, und sie zur Hülle zu gestalten, unter welcher nur sie räumlich und zeitlich erscheinen können. So die Seelen der Organismen oder der Weltkörper, Pflanzen und Thiere. Wir werden sie organisirende Seelen nennen. Nur die höchsten unter ihnen haben ein Bewußtsein ihrer Existenz (d. h. sie erscheinen nicht bloß objektiv, sondern auch sich selbst), und alle erlöschen mit der Zerstörung ihrer Hülle. — Nach dem Gesetz der aufsteigenden Folge würden Seelen höchster Art frei von körperlicher Beschränkung existiren und unter allen die vollkommenste Einsicht in das Universum haben. Es müßten die vorzugsweise intelligenten Seelen sein. Ist der Mensch bestimmt, nach der Vernichtung seiner Hülle als über die Leiblichkeit erhabene Intelligenz zu leben, so gehört er jenen seinem Wesen nach an, verbindet sie jedoch mit den organisirenden Seelen, indem er eine gewisse Zeit auf deren Stufe verharren muß.

So besteht das Universum in seinem übersinnlichen wie materiellen Theil, nur aus einer unermeßlichen Anzahl von Potenzen der verschiedensten Art, von denen die niedrigern, allgemeinern, deren Individualität immer mehr unserer Wahrnehmung entschwindet, deren Wirkungen uns als allgemeine

Kräfte erscheinen, Stoffe heißen, während wir die höhern, von mehr oder minder deutlicher Individualität als Organismen wahrnehmen. — So entspringt alles aus dem Geiste und alles ist nur durch ihn erklärbar. Will man das Schaffen und Werden in der Natur verstehen, so betrachte man das Schaffen und Zeugen des eigenen Geistes. Der Menschengeist ist nur die höchste, vielseitigste und uns am besten bekannte Geistesentwicklung; Analogieen desselben gehen durch die ganze geschaffene Welt. Wer daher die Natur erkennen will, der lerne sich selbst kennen. Indem wir den Geist als das Ursprüngliche, Allem zu Grunde Liegende erkennen, haben wir in ihm den festen Punkt des Archimedes gefunden, von dem aus man die Welt bewegen kann.

Das Wesen des Weltgeistes ist Freiheit und schöpferische Urkraft. Er ist in sich klar, sich selbst anschauend, Leben und Kraft von Ewigkeit her in sich tragend, absolute, nie entstandene, nie erlöschende Kraft, welche unerschöpflich stets Neues aus sich zu erzeugen vermag. — Unendlicher Modalitäten fähig, verläugnet Er doch nie seine Wesenheit. Vermöge seines unbegränzten Selbstbestimmungsvermögens tritt Er, immer der gleiche und doch immer ein anderer, in unbestimmbar vielen Erscheinungsformen und Intelligenzen auf. Der Weltgeist ist als Gottes Ausfluß absolut frei, nur an die Gesetze Seines eigenen Wesens gebunden, aber die aus ihm entsprungenen Seelen sind unfrei oder nur bedingt frei in mannigfachster Abstufung, theils weil sie nur Theile des Unendlichen sind, theils weil sie sich gegenseitig beschränken.

Alles Einzelne, Spezielle ist aus dem Unendlichen hervorgegangen und ihm ist daher in der Beschränkung selbst, durch die es als Einzelnes erscheint, der Stempel der Unendlichkeit aufgeprägt. Deßhalb ist jedes Ding gewissermaßen unergründlich und unerschöpflich: denn während sein Ende in die Sinnenwelt emporragt, ruht seine Basis in unbestimmter Tiefe. Wir sind daher nicht im Stande, auch nur den organischen Bau des scheinbar einfachsten Thieres vollkommen zu erkennen, vielweniger die Tiefen auch nur eines Menschengeistes zu erfassen. — Will man ein sinnliches Bild für dieses

Verhältniß, so denke man sich etwa ein Gewässer, welches nach Länge und Breite beschränkt, nach der Tiefe zu aber unbeschränkt ist.

Aller Kampf, alle scheinbare Unvollkommenheit in der Natur entsteht durch das Ineinanderwirken der Seelen der verschiedenen Kategorieen, welche je nach ihrer Macht — ihre Wirkungssphäre auszudehnen suchen.

Das Böse ist nichts, als eine selbstsüchtige Störung und Vernichtung der Wirksamkeit anderer Seelen in der ihnen vom Weltgeist angewiesenen Thätigkeitssphäre. Es ist daher nicht in der Welt der Nothwendigkeit denkbar, wo solche Störung und Vernichtung beständig statt findet, sondern nur in der Welt der Freiheit, als deren nothwendige Folge das Böse erscheint. Dasselbe ist daher, was die moralische Welt betrifft, lediglich im Willen der freien Seelen gegründet, und fällt auch nur diesen zur Last.

III. Hauptstück.

Die materielle Welt oder die Natur.

Sie ist das große Schauspiel des gegenseitigen Ineinanderwirkens jener zahllosen Seelen und ihrer Kräfte, welche in Raum und Zeit erscheinen. Was deren Verschiedenheit betrifft, so kann man sich vorstellen, daß der Weltgeist von einer Mitte aus gleich einem Lichte in Millionen Radien sich durch das Universum ergieße. Gleich solchen Radien eines Kreises werden alle Dinge gewissen andern diametral entgegengesetzt und von wieder andern mehr oder weniger Grade entfernt sein. Ein solcher Hauptgegensatz tritt zwischen den Stoffseelen und organisirenden auf. Indem letztere die Materie zu beherrschen, zu durchdringen, zur leiblichen Hülle zu gestalten suchen, entsteht nothwendig durch deren Gegenwirkung ein Kampf, in welchem das Wesen der organisirenden Seelen mannigfach modifizirt wird. Einmal wirken sie selbst, theils nach den Urgestalten, theils nach den Individuen mit verschiedener Energie auf die Materie oder die Stoffgeister ein, theils reagiren diese

verschieden stark. — Der Weltgeist giebt nach einem Grundgesetz seines Wesens, ohne welches die Natur nicht erscheinen könnte, seine Einheit auf, um sich in unzählige Besonderheiten aufzulösen. Er giebt auch, wiewohl nur scheinbar, seine Gleichartigkeit auf, um in eine Masse von Differenzen aus einander zu treten, deren größte indeß immer durch eine Anzahl unmerklich kleiner ineinander übergehen. Der Weltgeist giebt aber auch nothwendig den Frieden mit sich selbst auf, indem die aus ihm abgeleiteten Seelen, je differenter sie sind, desto mehr gegen einander wirken, und Er so einem obersten Polaritätsgesetz gemäß, gegen seine eigenen Schöpfungen in Krieg geräth. Wo irgend Urformen von Naturdingen entstanden sind oder entstehen, z. B. neue Weltkörper, neue Gattungen (Species) von Pflanzen und Thieren, hat sich Thätigkeit des Weltgeistes geoffenbart. Bei den Weltkörpern fällt der Begriff des Individuums mit dem der Species zusammen, bei den Pflanzen und Thieren bilden alle gleichartigen Individuen zusammen die Species. Jene entstehen dadurch, daß die Seelen derselben das Vermögen haben, ihr Ganzes einem Theile ihres Organismus einzubilden und hiernach andern ihrer Art den Ursprung zu geben, wie eine Flamme andere entzündet. So entstehen dann vom ersten Paare der Urform aus, Reihen von Individuen, welche alle diese Urform, ihren Typus, mit seinen Qualitäten zu erhalten, zu wiederholen suchen. Die Seelen der Weltkörper hingegen entströmen unmittelbar und ein für allemal dem Weltgeiste.

Der Tod der organischen Individuen folgt aus mehreren Ursachen. Einmal als natürlicher Tod, nach der Vollendung des kleinern oder größern Kreises, welcher als eine specifische Urbestimmung jeder Species der Organismen vorgezeichnet ist. Dann in Folge von Krankheit, welche gestörte Harmonie der verschiedenen organischen Thätigkeiten ist. So wie die sie beherrschende Einheit das Gleichmaß verliert, in dem der harmonische Fortgang des Lebens beruht, gewinnen einzelne Seiten, einzelne Thätigkeiten das Uebergewicht, oder einzelne Seiten, einzelne Thätigkeiten nehmen eine fremdartige Beschaffenheit an, welche ihr präde-

stinirtes Verhältniß zu den übrigen stört oder aufhebt, wodurch Krankheit und endlich der Tod erfolgt, wenn der Einheit es nicht mehr gelingt, Gleichgewicht und Uebereinstimmung herzustellen. Krankheit und Tod entstehen daher durch eine Wirkung des Centrums auf die Peripherie, oder umgekehrt und dieselbe kann in beiden Fällen durch innere Verirrung eintreten oder durch gewaltsame Einflüsse von außen veranlaßt werden.

So wie eine Störung im harmonischen Gang des Lebens erfolgt, gewinnen die durch die organisirende Seele beherrschten Stoffseelen größere Gewalt. Dieselben suchen nämlich stets der Macht der erstern zu entfliehen, sie befinden sich in einer beständigen Reaktion gegen diese, und werden nur durch deren übermächtigen Zug in Verhältnissen und Verbindungen zusammengehalten, welche lockerer werden, wenn die Harmonie des Lebens gestört ist, und bald auseinander treten, wenn es aufgehört hat. — Das Wesen der Stoffseelen, gegenüber den organisirenden ist Verneinung, Widerspruch gegen deren höhere Macht. Die Materie strebt für sich zu sein, ihren einfachen Gesetzen der Anziehung und Verbindung zu folgen; sie haßt den Zwang, den ihr das höhere Sein auferlegt.

Es ist das Schicksal jedes Organismus, auf die eine oder andere Art unterzugehen. Während aber hier Tausende von organisirenden Seelen unterliegen, haben dort andere Tausende die Materie sich dienstbar gemacht, und sich aus ihr mit körperlichen Hüllen umkleidet. Myriaden versenken sich fortwährend in die Leiblichkeit, um in ihr gleich Flammen zu erlöschen. So wechselt in der Natur, die wesentlich aus den organisirenden und Stoffseelen besteht, stets organisches Leben und organischer Tod. Ihr Streit gleicht jenem zweier kämpfender Heere, deren Todte immer neu erstehen, um wieder dem Tode entgegen zu treten. Daher jenes ewige Entstehen und Vergehen, Gebären und Verzehren, und die Nichtigkeit alles in der Materie Erscheinenden. Jedes Naturding ist dem Kausalismus verfallen, daher durch eine Menge schwächerer und stärkerer Thätigkeiten in und außer ihm bestimmt. Es gravitirt gegen unbestimmt viele andere endliche Dinge,

steht mit ihnen in Harmonie oder in Gegensatz. Das Leben jedes Organismus bewegt sich durch eine Reihe von Gegensätzen, welche theils in seinem Wesen gegründet, seiner Urform aufgeprägt sind, theils ihm von außen erregt werden, und welche alle es lösen muß. — Das Leben ist endlich in jedem Organismus ein zeitliches. Siegten die organisirenden Seelen dauernd und entschieden, so würden ihre Organismen alle das möglichst lange Lebensziel erreichen und nie vor ihrer Zeit durch die Reaktion der Stoffe unterliegen. Könnten die Stoffseelen siegen, so würden nicht bloß die organischen Individuen, sondern auch die Species und Weltkörper vernichtet und jede Organisation unmöglich gemacht.

Die Natur ist weder gut noch böse, sie ist auch kein Mittel von beiden, sondern ein völlig Neutrales, Indifferentes. Sie hat keine Beziehung zur moralischen Idee. Die Potenzen, welche in ihr auftreten, haben auch niemals absolute, sondern stets nur relative Bedeutung und Gültigkeit. Einflüsse, welche einer Klasse von Organismen verderblich werden (wie z. B. die Miasmen großer Weltepidemien) können andere wohlthätig fördern, gleich jenen Pflanzengiften, welche gewissen Thieren verderblich, andern gesunde Nahrung sind, oder gleich den animalischen Giften, welche nur den Thieren tödtlich werden, gegen die ihre Wirkung gerichtet ist, während sie denen ihren Unterhalt sichern, welche sie erzeugen. Der Vulkan, welcher eine blühende Gegend unter Lavaströmen begräbt, befreit eben hiedurch andere von zerstörenden Erdbeben, und derselbe Sturm, welcher hier eine Flotte am felsigen Ufer zerschmettert, treibt dort um so schneller eine andere in den ersehnten Hafen. Furchtbarkeit und Milde, Kleinheit und Größe, Schönheit und Häßlichkeit, Vollkommenheit und Mangel sind Begriffe, die wir auf die Natur übertragen und die in derselben nur relativen Werth, relative Wahrheit haben. Was uns aber bei'm Anschauen der Natur mit Begeisterung erfüllt, ist nicht der Anblick ihrer zufälligen Relationen, sondern (häufig uns unbewußt) die Ahnung ihres Ursprungs aus dem Unendlichen, welches aus allem Endlichen hervorleuchtet.

Die Natur ist entstanden durch Heraustreten des gött-

lichen Wesens aus sich selbst, in der Richtung des Raumes und der Zeit. Ihr Daseinszweck wird eben erreicht durch Darstellung der verschiedensten Thätigkeiten, Erscheinungen und Formen, durch welche sie für stufenweis höhere Geister zu einer immer reicheren Quelle der Erkenntniß wird. Der Weltgeist steigt in ihr gleichsam kämpfend, den ganzen Cyklus der materiellen Welt durchlaufend, zu seinem Ursprung auf.

Jedes einzelne Naturwesen hat einen doppelten Daseinszweck, indem es theils für andere, theils für sich selbst vorhanden ist. Soll es seiner Bestimmung genügen, so muß es für beide leben, indem es gleich sehr das Recht hat, für sich selbst zu sein, wie andere ein Recht an sein Dasein haben. Es ist dieses ein universelles Gesetz, welches nicht nur durch die materielle, sondern auch moralische Welt geht.

Will man die Entstehung und Mannigfaltigkeit der Naturdinge begreifen, so darf man nur einen Blick auf die menschlichen werfen. Es war im ersten Menschenpaare nicht die ganze unendliche Menge von Erzeugnissen menschlicher Kunst und Wissenschaft gleichsam vorgebildet, sondern nur der in's Unendliche bestimmbare, beugbare, brechbare, in allen Formen zu erscheinen und alle Formen darzustellen fähige Geist der Menschheit verschlossen. Dieser, sich fortentwickelnd, fortwachsend, fortbildend, ward sich hiebei selbst zum Schöpfer, indem er bei spätern Erzeugnissen häufig von seinen frühern bestimmt wurde — oder Neues aus seiner Tiefe schöpfte. Die ersten Erzeugnisse menschlicher Kunst und Wissenschaft waren einfach und roh. Wie die Zahl der Menschen wuchs, vermehrten sich die Produkte aller Art und es entstand nach und nach eine zahllose Menge von Kunsterzeugnissen, wissenschaftlichen Schöpfungen ꝛc. So wie nun der Mensch stets neue Gebilde körperlicher und geistiger Art erzeugt, welche theils nach alten Vorbildern geformt, theils ihnen entgegengesetzt, theils neue Urbilder sind, so der Weltgeist. Als dieser nicht blos wie jetzt erhaltend, sondern noch schaffend die Erde durchdrang, entstanden auf ihr eine Fülle von Organismen theils frühern ähnlich, theils ganz neuer Art. Indem in gewaltigem Umschwung stets ein Theil des Vorhandenen zerstört wurde, und statt seiner zahlreicheres Neue entstand, nahmen allmählig die Mineral-, Pflanzen- und Thierwelt ihre jetzige Beschaffenheit an. Im Weltgeist wie in seiner Spezifikation, dem Menschengeist, war alles ursprünglich nicht realiter vorhanden, sondern nur idealiter möglich.

IV. Hauptstück.

Das allgemeine Leben in der Natur.

In der Natur, welche nur aus Kräften besteht, kann nichts absolut todt sein, auch nicht der Stein und das Metall. Dinge, welche todt scheinen, tragen entweder verborgenes Leben in sich, welches erst in einer gewissen Zeit oder unter besondern Umständen sich deutlich kund giebt, oder sie sind nur von einem für uns schwer bemerkbaren Minimum von Leben erfüllt, oder der Streit entgegengesetzter Kräfte ist in ihnen ausgeglichen und erwartet neuen Anlaß zum Wiedererwachen. Das alles Lebens beraubt Scheinende stellt gleichsam nur Schlacken vor, welche der Feuerstrom des Lebens an die Ufer wirft, um sie bei der nächsten höhern Fluth wieder in sich aufzulösen.

Die ganze Natur ist im strengsten Sinne belebt und beseelt. Alle Veränderungen in einzelnen Naturdingen, in so ferne sie nicht mechanisch sind, sind das Werk der ihnen einwohnenden oder sie von außen ergreifenden Kräfte oder Seelen. — Das allgemeine Leben der Natur ist nicht mit der Organisation zu verwechseln. Alle Naturdinge sind belebt, aber nicht alle sind organisirt. Anders ist das Leben der Stoffe, anders das der Organismen, anders das gebundene, anders das freie Leben. In und an den Stoffen äußert sich das Leben als Schwere, als chemische Anziehung, als Licht, Elektricität, Magnetismus rc.

Eine höhere Offenbarung des Lebens tritt in den Weltkörpern auf. Auf ihnen erscheinen magnetische und elektrische Kraftäußerungen der großartigsten Gattung, sie geben oder empfangen Licht, durchziehen den Raum in mannigfachen Bewegungen, und durchlaufen bestimmte und verschiedene Entwicklungsstufen. — Aus und auf ihnen entstehen, aus ihrer eigenthümlichen Wesenheit hervorgehend, und daher (wenigstens so weit wir dieses beurtheilen können) in Anordnung, Vertheilung und sonstigen Verhältnissen eine merkwürdige Harmonie mit ihrem Weltkörper beurkundend, die sekundären Organismen: Pflanzen, Thiere, Menschen, in welchen stufenweis höhere

Grade des Belebt- und Beseeltseins auftreten. Das Pflanzenleben entspricht dem tiefen, traum- und bewußtlosen Schlafe, jenes der Thiere dem Träumen, jenes der Menschen dem Wachen.

Der Begriff des Lebens erweitert sich mit dem Verständniß der Natur. Es gab eine Zeit, wo man die Pflanzen für leblos, die Thiere für unbeseelt hielt. So wie das bewaffnete körperliche Auge sonst verschwindende körperliche Größen erkennt, so das geschärfte geistige Minima von Geist und Leben. Auch in den Gradationen des Lebens erscheint jene Mannigfaltigkeit, welche ein Grundgesetz der ganzen Natur ist, — möge jenes nun in hellem Tagesglanze leuchten, oder in verschwindendem Funken glimmen.

Je zarter und komplizirter die Organismen sind, desto kürzer währt im Allgemeinen ihr Leben; je mäßiger, je weniger heterogen gegliedert, desto länger dauern sie. Daher leben die Weltkörper am längsten, — unter ihnen wieder Sonnen und Planeten; die kleinsten Thiere am kürzesten.

V. Hauptstück.

Bewegung, Zeit; Dimensionen, Raum; Proportionen, Entwicklung.

Durch die ganze Natur herrscht Bewegung und wahrscheinlich kommt nirgends in der Welt wahre Ruhe vor. Bemerken wir an Körpern keine Bewegung, so ist nur die Kraft in ihnen zu klein, um die Hindernisse der Bewegung zu überwinden. Ein auf der Erde ruhig liegender Stein bewegt sich nicht, weil er den Widerstand nicht überwinden kann, der ihn abhält, dem Gesetz der Schwere zu folgen, sinkt aber ein, wenn er schwer genug ist.

Wo sich in einem Körper Bewegung zeigt, die ihm nicht mechanisch von außen mitgetheilt ist, wirken geistige Kräfte in ihm. Mit aller Bewegung ist Veränderung gegeben, welche bald eine sich wiederholende, bald eine fortschreitende ist. Durch das Anschauen der verschiedenen Phasen einer Veränderung entsteht uns die **Zeit**, ein abstrakter Begriff, eine inhaltlose

Form, an und für sich nichts. Gäbe es keine Veränderung, so gäbe es keine Zeit. — Wie sich die Zeit zu den Veränderungen verhält, so der Raum zu den Dimensionen. Durch die Dimensionen entsteht der Begriff des Raums, an und für sich etwas Leeres und Nichtiges. Verschwänden alle Dinge, an denen sich Dimensionen wahrnehmen lassen, so ginge nothwendig der Begriff des Raums verloren. — Alle Bewegungen, alle Dimensionen gehören mit zu den Qualitäten der Dinge, welche mit ihnen vom Weltgeist, aus dem alles Spezifische stammt, gegeben sind. — Aber nicht allein in der räumlichen Ausdehnung der Dinge treten Maaße auf, sondern auch im Verhältniß der verschiedenen Mengen jedes Bestandtheils chemisch zusammengesetzter Körper, ferner im räumlichen Abstand einzelner Glieder eines Ganzen von einander — wie unter Anderm in den gegenseitigen Entfernungen der Planeten des Sonnensystems, — endlich auch in den Reihen der Veränderungen, welche alle organischen Körper bei ihrer Entwicklung durchlaufen. — Proportionen der verschiedensten Art gehen durch die ganze Natur, in Maaß und Zeit, in Gewicht und Raum. So wird die Zahl zum allgemeinen Symbol alles Endlichen. Mit der unermeßlichen Menge von Kräften und Formen, welche neben und durch einander auftreten, wechseln auch die zahllosen Proportionen, so daß die Natur in immerwährender Bewegung und Veränderung begriffen, ein unermeßlich komplizirtes Schauspiel darstellt.

Was insbesondere die Entwicklung anbetrifft, so ist sie allen Organismen eigen, und geht wie bemerkt, in verschieden langen Perioden vor sich. Nach der Spezies des Organismus sind nicht nur diese Perioden, sondern auch die Zeiten der ganzen Entwicklung verschieden groß. Beide sind den spezifischen Seelen der Organismen eingeprägt und machen den zeitlich erscheinenden Theil ihres Wesens aus. Sie sind daher unabhängig von der Reaktion der Materie, welche gleichmäßig und kontinuirlich fortdauert und rein ausgesprochene Modalitäten der bildenden Seelen selbst. Sie sind ihnen mitgegeben, wie die stöchiometrischen Verhältnisse den Stoffen, wie die Dimensionen den Krystallformen, stehen in

präſtabilirter Harmonie mit dem Zweck, der Lebensweiſe und Lebensdauer der einzelnen Organismen und mit deren Verhältniß zur umgebenden Natur. Sie ſind **Urverhältniſſe**, aus der eigenſten Wirkſamkeit des Weltgeiſtes gefloſſen, und nur der Beobachtung, keiner weiteren Erklärung fähig.

Es liegt im Charakter jeder Entwicklung, periodenweiſe für kürzere Zeit ſtärkern Aufſchwung zu nehmen, was dann als Kriſe oder Kataſtrophe erſcheint. **Zwiſchen** den Kriſen ſchreitet die Entwicklung oft unmerklich langſam fort und ſcheint manchmal ganz zu ruhen. Die Kriſen liegen nothwendig um ſo weiter auseinander, je weniger zahlreich ſie ſind, und je mehr Zeit ein Organismus zu ſeiner Entwicklung fodert. Sind dieſe Kriſen relativ gewaltiger Art, erkennen wir ihre Periodizität nicht, ſo nennen wir ſie **Kataſtrophen**. In den Intervallen derſelben bereiten ſich Verhältniſſe vor, welche den Uebergang zu einer neuen Ordnung der Dinge herbeiführen, die wieder eine Zeit mit unmerklichen Veränderungen fortdauert, um in einer abermaligen Kataſtrophe zu endigen. —

Ohne Zweifel ändern ſich nicht nur die einzelnen Dinge der Welt, ſondern auch dieſe ſelbſt. Alle auf Stabilität deutende Ausgleichung hält den Gang des Ganzen nicht auf. So gingen aus dem Chaos Myriaden Sonnen hervor, — ſo war die Erde einſt wüſt und leer, ehe ſie ein wimmelndes Heer von Organismen bedeckte, — ſo ſoll die Menſchheit vom Stande der Willkühr und Rohheit zu Licht und Recht emporſteigen.

Die Frage, ob auch die organiſche Natur der Erde, als Ganzes genommen einer fernern Entwicklung unterworfen ſei, muß verneinend beantwortet werden. Wir ſehen in ihr gegenwärtig eine ſtete Wiederkehr derſelben Erſcheinungen und ein Beharren bei den alten Formen. Dieſe Stabilität datirt ſicher nur von der Zeit an, in welcher der Menſch auf der Erde erſchien. Früher befand ſich dieſe und mit ihr die ſekundäre Organiſation in einem fortwährenden Zuſtande von Aufregung und Veränderung, welche ſich ſowohl in beſtändigem Umſturz der Oberfläche, Wechſel von Meer und Land, als im Vertilgen vorhandener Pflanzen und Thiere und im Entſtehen neuer kund gab. **So wie der Menſch erſchien**, trat Ruhe im Planeten und ſeiner ſekundären Organiſation ein, und die Kraft, welche in dieſer das Alte zerſtört und

Neues bewirkt hatte, ging in die Menschheit über. Der immer Neues schaffende Weltgeist inkarnirte sich gleichsam im Menschen, und in der Erde, dem Pflanzen- und Thierreich blieb nur sein das eben Bestehende erhaltendes Prinzip zurück. Daher beharrt nun die organische Natur der Erde in ihrer Beschaffenheit, während die Menschheit steten Veränderungen unterworfen ist. Mit der Hervorbringung intelligenter Organismen hat jeder Weltkörper seine Atme erreicht, über welche hinaus keine weitere Steigerung mehr möglich ist. — Dieses hochwichtige Verhältniß kann erst später näher erläutert werden; hier möge seine Andeutung genügen.

* * *

Wir haben bis jetzt auseinandergesetzt, wie durch Heraustreten des Weltgeistes aus sich selbst, in einer morphologischen Entwicklung, eine Mannigfaltigkeit von Naturwesen, begabt mit verschiedenen Kräften entstanden ist. Wenn wir hiebei das Spezielle erwähnt haben, so geschah es nur, weil es zur Charakteristik des Allgemeinen gehörte. Die folgenden Hauptstücke dieses Buchs sind nun bestimmt, das Spezielle als solches zu betrachten und die verschiedenen Kategorieen der Naturwesen einer Vergleichung und nähern Bezeichnung zu unterwerfen.

VI. Hauptstück.

Von den Stoffen und den homogenen Naturformen oder Krystallen.

Die Stoffe sind, wie bemerkt wurde, die ursprünglichste, niederste Kategorie der Kraftwesen. Sie sind Kräftepunkte von einer Kleinheit, die den Sinnen verschwindet, begabt aber mit Eigenschaften, durch welche sie in Masse wahrnehmbar werden. Jedes Atom ist nämlich ein Kraftwesen, eine Seele der niedersten Art, deren Wesen in räumlicher Ausdehnung und hiemit Undurchdringlichkeit, allgemeiner und spezifischer Hinneigung zu andern Atomen (Attraktion und chemischer Anziehung) und vielleicht auch Repulsionskraft besteht. Die genannten Kräfte sind eben das, was uns sinnlich wahrnehmbar wird,

und was wir Materie nennen. Alle sinnlichen Dinge erkennen wir nur, in so ferne sie eben aus solchen Kräftepunkten, aus Materie bestehen. Man setzt im gemeinen Leben das, was den Sinnen unzugänglich, in der Materie Bewegung und Veränderung hervorbringt, ihr als geistiges Prinzip entgegen, — die Materie aber, so wie das Höhere in ihr Wirkende sind nur verschiedene Stufen geistiger Kraft. — Für unsere Sinne existirt nur die materielle Welt, für unsern Geist existiren unmittelbar nur die in der Materie wirksamen Geister.

Jedes Atom ist ein für sich selbstständig Bestehendes, von einer Seele Bewegtes — ist nur diese Seele niederster Art selbst. Außer den obengenannten Eigenschaften treten die Atome noch chemisch spezifizirt auf, und es giebt daher so viele verschiedene Gattungen von Atomen, als es chemisch verschiedene Stoffe giebt. Die chemische Differenzirung der Stoffe ist durch die ursprüngliche Einwirkung des Weltgeistes auf sie geschehen, ihre Verbindung zu den Mineralien gehört dem Planeten an. Die zahlreichen chemischen Qualitäten der Stoffe bieten ähnliche Verwandtschaftsbeziehungen dar, wie die organischen Wesen der Erde unter sich, — aber ihre Sippen und Gattungen sind im Großen der Natur häufig nur zu unvollkommener Trennung gekommen. Ihre Verbindungen, welche einen großen Theil der Mineralkörper und außerdem die organischen Substanzen darstellen, geschehen nach arithmetischen Gesetzen.

Die elementaren Kräftepunkte sind auch zugleich die Träger der kosmischen Kräfte, welche sich als Licht, Wärme, Elektrizität und Magnetismus aussprechen, und von welchen die Atome theils in Schwingungen mannigfacher Art versetzt, theils in Form von Atmosphären umgeben werden.

Treten die Atome für sich zusammen, ohne daß sie ein Wesen höherer Art nach bestimmten Gesetzen ordnet und vereint, so entstehen die Krystalle. Sowohl einfache als kombinirte Stoffe vermögen Krystalle zu erzeugen. Diese sind aber nur gleichartige Aggregate einer größern oder geringern Zahl von Atomen, und ihre Gestalt scheint durch die verschiedene Zahl und Lage der Anziehungsaxen der Atome

bedingt. Die Krystalle sind nur mathematische, keine organischen Individuen. Man könnte sie im Gegensatz zu letztern auch homogene Individuen nennen, während die Organismen nothwendig heterogene sind.

VII. Hauptstück.

Von den synthetischen Naturformen oder Organismen.

Die Stoffwelt erschien uns als ein vielfach Differenzirtes der einfachen ursprünglichen Grundmaterie, aus welcher alle chemische Verschiedenheit hervorgegangen ist. Wir erkannten sie als vorzugsweise dem festen Erdkörper angehörend, und ihre mannigfaltigen Verbindungen zum Theil durch die Entwicklungsprozesse des Erdorganismus selbst bedingt. Wir sahen an den Atomen der Materie, oder was uns gleichbedeutend ist, an den elementaren Kräftepunkten außerdem elektrische, magnetische, Licht- und Wärmephänomene auftreten.

Die Thätigkeit des Weltgeistes hat sich aber nicht darauf beschränkt, eine unendliche Zahl von Atomen — Wesen der niedersten Art — zu schaffen, es sollte zu höhern Produkten seiner Wirksamkeit kommen. Es sollten in allmählig aufsteigenden Kategorieen geistige Wesen entstehen, welche gleichsam Gedanken des Weltgeistes, an und für sich nicht fähig, sinnlich, materiell wahrnehmbar zu erscheinen, aber mit der Macht begabt sind, sich in die Stoffwelt zu versenken, diese in verschiedener Art zu beherrschen, aus ihr sich Leiber zu gestalten und mittelst dieser räumlich und zeitlich aufzutreten. Die geistigen Wesen dieser Art haben wir mit dem Namen der organisirenden Seelen belegt, und die aus ihrer Thätigkeit, ihrer Einwirkung in die Stoffwelt hervorgehenden Produkte sind es, welche man Organismen nennt.

Einen Organismus definiren wir als ein mehr oder minder geschlossenes Einzelwesen, welches aus chemisch, mechanisch und potentiell verschiedenen Theilen besteht, die alle vermöge einer sie beherrschenden und zur Einheit verknüpfenden

Seele in solche Wechselwirkung zu einander treten, daß durch diese das Bestehen des Ganzen vermittelt wird. Die Seele eines Organismus offenbart sich in verschiedenen Richtungen ihrer Thätigkeit. Jede dieser Richtungen spricht sich als ein Organ oder Organensystem aus, von welchen jedes körperlich wieder aus einer unbestimmten Menge wiederstrebender Kräftepunkte (Atome) zusammengesetzt ist, die durch jene geistige Thätigkeitsrichtung zusammengehalten werden. Die Verschiedenheit der konstituirenden Atome, die Zahl der einzelnen Organe und Organensysteme und ihr Verhältniß gegen einander bedingen die Mannigfaltigkeit der Organismen. In jedem Organismus geht eine mehr oder minder große Reihe von Veränderungen vor, welche sowohl nach ihrer Beschaffenheit, als ihrer Dauer aud Folge mit seinem besondern Wesen auf das innigste zusammenhängen und der lehrreichste Ausdruck desselben sind. In ihnen spinnt sich das Leben jedes Organismus ab, welches nichts als der abstrakte Begriff derselben ist.

Aus der eben mitgetheilten Bestimmung eines Organismus folgt nothwendig, daß nicht bloß Menschen, Thiere, Pflanzen, sondern auch die Weltkörper den Organismen beizuzählen sind. Diese sind vollkommen geschlossene Einzelwesen, Individuen, wie nicht einmal viele Thiere, von den Pflanzen nicht zu reden, — sie bestehen nicht bloß aus chemisch verschiedenen Theilen, sondern aus ihrer Funktion nach abweichenden Organen, die sich bei unserer Erde als erwärmtes Innere, Festland, Meer und Atmosphäre darstellen, welche sich in der thätigsten und ununterbrochensten Wechselwirkung befinden, wodurch das eigenthümliche Sein und Bestehen der Erde vermittelt wird. Die Geologie lehrt, daß die Erde eine nicht zufällige, sondern durch ihr Wesen bedingte Reihe von Veränderungen durchlaufen hat, und die Astronomie zeigt uns verschwundene und neu entstandene Weltkörper. Es ist erlaubt, die übrigen Planeten und die Monde für der Erde analoge Körper zu halten, während die Sonne, die Kometen ꝛc. zwar als sehr verschiedene Wesen erscheinen, bei denen jedoch eben so gut eine chemische, mechanische und organische Verschiedenheit ihrer Theile, allerdings in anderer Kombination als bei

der Erde, theils wirklich wahrgenommen wird, theils vorausgesetzt werden darf. Daß den Weltkörpern andere Formen des Daseins und der Thätigkeit eigen sind, als den Pflanzen und Thieren, beweist nur, daß sie nicht vegetabilische oder animale, nicht aber, daß sie keine Organismen seien. — Wir bemerken, daß die Erde der Träger der Pflanzen-, Thier- und Menschenwelt sei. Die Geognosie lehrt, daß es eine Zeit gab, wo noch keine Pflanzen oder Thiere auf der Erde vorhanden waren, und daß besondere Verhältnisse eintreten mußten, ehe diese entstehen konnten. Wie die Erde also früher bestand, als die organischen Wesen auf ihr, so müssen auch die übrigen Weltkörper früher, als die auf ihnen entwickelten Organismen vorhanden sein. Wir nennen daher die Weltkörper primäre, und die — nach der Analogie unserer Erde — etwa auf ihnen erscheinenden Pflanzen, Thiere oder vernünftigen Wesen, sekundäre Organismen. Hiemit sind also die beiden Hauptabtheilungen der Organismen gegeben.

Auf die mehrseitige Zusammengesetztheit der Organismen bezieht sich der Ausdruck synthetische Naturformen, durch welchen wir sie von den Krystallen, als den homogenen Naturformen unterscheiden.

Die Verschiedenheit der Organismen ist nur durch die Verschiedenheit der sie erzeugenden und gestaltenden Seelen begreiflich. Es ist derselbe Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff, aus welchem die sämmtlichen Pflanzen-, Thier- und Menschenleiber gebildet sind. Welche unermeßliche Zahl von Formen sind aber aus diesen Stoffen erzeugt worden! Systeme, welche das Athmen, Aufnehmen von Nahrung, Wachsthum, die Fortpflanzung und die Empfindung möglich machen, sind bei allen Thieren vorhanden, aber in welch mannigfachen Verhältnissen, welch wechselnder Anordnung! Doch sind die Keime der meisten Thiere und Pflanzen sich so ähnlich, daß eine materielle Verschiedenheit der abweichendsten Gattungen häufig durchaus nicht erkannt wird. Es ist die im Keime wohnende immaterielle Seele, welche aus den von ihr angezogenen Atomen den Leib gestaltet, in deren geistiger

Beschaffenheit alle künftige Verschiedenheit des werdenden Leibes von andern ihren Grund hat.

Die verschiedenen Thätigkeitsrichtungen der organisirenden Seelen, wodurch sie eben die verschiedenen Organe und Organensysteme ihrer Leiber gestalten, sind gleichsam eine höhere Wiederholung der verschiedenen Anziehungsaren, welche man an den materiellen Atomen annimmt.

VIII. Hauptstück.

Von den primären Organismen oder Weltkörpern.

In den Seelen der Weltkörper ist die riesenhafteste Massen beherrschende Macht ausgesprochen. Dieses ist der Grundzug ihres Wesens. Hiedurch hat jede so viele Atome zu einem Ganzen vereinigt, als den von ihr erzeugten kosmischen Organismus ausmachen. Die Seelen der Weltkörper gehören zwar einem niederern Range an, sie stehen der mathematischen Nothwendigkeit näher, als jene der sekundären Organismen, doch sind letztere, indem sie eine gewisse Masse von Atomen zur Bildung ihres Leibes gebrauchen, in dieser Beziehung dem übermächtigen Zuge derselben, der Gravitation gegen den Weltkörper, dem sie angehören, unterworfen.

Zweitens sind die Weltkörper die eigentlichen Erzeuger jener wunderbaren Erscheinungen, welche wir als Licht und Wärme, Elektricität und Magnetismus kennen. Alle Körper, an welchen diese sich sonst noch offenbaren, sind entweder nur Träger von den Weltkörpern in sie übergegangener Theile jener Kräfte, oder vermögen doch nur in sehr geringem Maaße sie selbstständig zu erzeugen.

Eine dritte Haupteigenschaft der Weltkörperseelen beruht auf ihrer Macht, die ursprünglich einfachen Stoffe zu vereinigen, und aus ihnen die Mannigfaltigkeit der Mineralkörper so hervorgehen zu lassen, wie die sekundären Organismen die organischen Verbindungen. Die Seelen der primären Organismen vermögen keine jener Modifikationen der Materie zu erzeugen,

welche man mit dem Namen einfacher Stoffe bezeichnet, — alle sind schon in den Substanzen des Weltraums niedergelegt — ihre ganze Fähigkeit in dieser Richtung besteht nur darin, gewisse Arten von Verbindungen jener einfachen Stoffe darzustellen, welche man unorganische nennt. — Die meisten Mineralien wurden erzeugt, als sich die Erde noch in ihrer plutonisch-chemischen Periode befand, während mit der beginnenden Uebermacht der neptunisch-atmosphärischen die Blüthezeit der sekundären Organismen begann.

Nach einem Grundgesetz der ganzen Natur, vermöge welchem auf niederen Stufen erscheinende Kräfte auf höheren sich potenzirt wiederholen, zeigen die Weltkörper statt der verschwindenden Kleinheit der Kräftepunkte riesenhafte Dimensionen; die Attraktionskraft der Atome erscheint an ihnen als Gravitation, die Repulsionskraft jener als Centrifugalkraft.

Entfernung von Centralkörpern, mittlere Dichtigkeit, Geschwindigkeit der Bahnbewegung und Axendrehung sind nothwendige Bestimmungen, verschiedene Seiten des eigenthümlichen Wesens der Weltkörperseelen. All dieses hat sich z. B. in einem Planetensysteme geordnet durch Wechselwirkung und Wechselstellung mit den allen Gliedern eines solchen eigenthümlichen Proportionen. Verhältnisse dieser Art ordnen sich auf ähnliche Weise, wie etwa jene der einzelnen Personen eines Familien- oder der Gewalten eines Staatswesens, oder wie sich verschieden schwere, unmischbare Flüssigkeiten unter einander schichten, — nach den sich in das Gleichgewicht einer bestimmten Modalität setzenden Kräften, ohne daß hier von Vorstellung und individuellem Bewußtsein die Rede sein könnte.

Die Weltkörper entstehen entweder unmittelbar aus dem im Raume verbreiteten Weltenstoff, Aether, wie Kometen und Sonnen, oder durch Zerfallen der Atmosphären schon gebildeter Weltkörper in mehrere konzentrische Schichten, aus welchen sich Kugeln bilden, wie vermuthlich die Planeten und Monde unseres Systems entstanden sind. In beiden Fällen müssen nothwendig ideale Anziehungspunkte existiren, welche die materialen Atome bestimmen, sich aus näherer oder weiterer

Ferne gegen sie zu bewegen. Diese idealen Punkte, die anfänglich nur anziehend, später gestaltend wirken, sind in Wahrheit nichts anderes, als das, was wir die organisirenden Seelen der Weltkörper nennen. Diese Art der Entstehung bildet einen wesentlichen Unterschied zwischen den primären und sekundären Organismen.

IX. Hauptstück.

Von den sekundären Organismen.

Höherer Art als die Seelen der primären Organismen sind jene der sekundären. Sie stehen jenen zwar in der Kraft, Massen zu beherrschen nach, vermögen aber in sich selbst zurückzukehren, sich selbst zu wiederholen, und hiemit nach der ihnen zu Grunde liegenden Urform Keime anderer ihnen gleichender Individuen zu erzeugen. Dieses ist die Fortpflanzung, das allgemeinste Vermögen, durch welches sich alle sekundären Organismen von den primären unterscheiden.

Bei den allermeisten derselben wird dieses durch einen mehr oder minder deutlichen Gegensatz eigenthümlicher Art, das Geschlecht vermittelt, welches bald an ein, bald an zwei Individuen geknüpft, hiernach meistens nur in partiellen Organen erscheint, im letztern Falle außer diesen die ganze Individualität durchdringt. Sein Wesen besteht darin, daß die Urform sich in zwei Richtungen ausgesprochen hat, die zu einander im Allgemeinen die höchste Verwandtschaft, im Besondern den höchsten Gegensatz haben, und durch deren Berührung eine Ausgleichung erfolgt, deren Produkt ein neues Individuum ist. Der Geschlechtsgegensatz hat schon in den kosmischen Kräften, der positiven und negativen Elektrizität, dem Nord- und Südmagnetismus Analogieen.

Während die Mannigfaltigkeit der Mineralien ihren Grund bloß im Prozeß des Erdlebens zu haben scheint, sind die sekundären Organismen der Erde nur möglich geworden durch Einwirkung des Centralkörpers, der Sonne, auf den Planeten. Während die Mineralkörper im dunkeln Schooß der Erde

entstehen, verlangen die sekundären Organismen das Licht der Sonne.

Es giebt unter ihnen drei verschiedene Kategorieen auf der Erde, wodurch eben so viele Reiche entstehen. Die der ersten bringen es nur bis zur Darstellung solcher Organe, welche das Bestehen des Individuums, und die Fortdauer der Gattung vermitteln. Indem sie nur die räumliche Erscheinung und Vervielfältigung ihrer Urform als Ziel ihres Daseins haben, bedürfen sie nur Maße- und Keimbildende Organe. Plastizität ist daher ihr allgemeinster Charakter. Die Pflanzen, welche das erste Reich ausmachen, sind die Organismen der Plastizität.

In einer zweiten Kategorie handelt es sich nicht mehr um bloße Darstellung von Maßen, also um raümliche Erscheinung, und um Reproduktion seiner selbst, d. h. um Fortpflanzung, sondern um Reflexion kleinerer oder größerer Theile der materiellen Welt im Bewußtsein. Damit dieses möglich werde, müssen Organe entstehen, welche die Wirkungen der Körperwelt wahrnehmen, aufnehmen, und sie in einen Centralpunkt der Empfindung leiten, woselbst sie geistig angeschaut werden, und zum Bewußtsein kommen. Solche Organe sind die Sinne, die Nerven und das Gehirn. Man kann sie in weiterem Sinn als Sensibilitätsorgane bezeichnen, und die Thiere, welche sie besitzen, und das zweite Reich bilden, Organismen der Sensibilität nennen.

In einer dritten Kategorie hingegen sollen nicht bloß einzelne Theile der materiellen Welt mehr oder minder vollkommen wahrgenommen, sondern die immaterialen Prinzipien, welche alle Gestalten und Erscheinungen derselben veranlassen, erkannt werden. Ausserdem sollen auch noch gewisse durchaus nicht räumlich erscheinende Ideen (wie jene der Gottheit, Freiheit, des Rechts 2c.) erfaßt werden können. Da alle diese Kräfte übersinnlicher Art sind, so muß ein ihnen entsprechendes metaphysisches Vermögen entstehen, welches kein anderes, als die Vernunft ist. Ohne sie wäre der Mensch nichts weiter, als das höchste Thier, welches wegen aufrechtem Gang, günstigerer Stellung seiner Augen, größerer Vollkommenheit seiner

Hand und stärkerer Entwicklung seines Verstandes etwas größere Reihen der sinnlichen Welterscheinungen kennen zu lernen vermöchte, als die übrigen Thiere. Aeußerungen ganz anderer Art in seiner Natur weisen aber deutlich genug auf das Vorhandensein wesentlich verschiedener Vermögen in ihm. Durch die Vernunft vermag der Mensch allerdings nicht das Uebersinnliche an sich, aber dasselbe überall durch seine Offenbarung im Sinnlichen zu erkennen.

Ein wesentlicher Unterschied des dritten Reiches, jenes des Menschen, von den beiden übrigen liegt darin, daß die fast unendliche Abstufung und Mannigfaltigkeit, welche im Pflanzen- und Thierreich sich in verschiedenen Gattungen ausspricht, hier nur in Individuen erscheint. Es ist daher nicht wunderbar, daß unter den Menschen eine ungemeine Verschiedenheit in Rücksicht auf ihr charakteristisches Vermögen, die Vernunft eintritt, da z. B. auch in manchen Thieren nur ein Minimum von Sensibilität vorhanden ist, ohne daß sie darum aufhören, Thiere zu sein. Die Vernunft ist daher in allen Menschen zugegen, freilich oft durch überwiegende Thätigkeit des Verstandes, der Phantasie ꝛc. verdunkelt, oder in einem embryonischen Zustande zurückgeblieben. (Kretins.)

Indem der Mensch durch die Vernunft eine höhere Ordnung der Dinge, die moralische Weltordnung zu ahnen vermag, muß er auch ein Vermögen haben, welches gleichsam polarisch auf dieselbe gerichtet ist, und ihm unter allen Umständen das oberste in jener geltende Gesetz vorzustellen vermag. Es ist dieses kein anderes als das Gewissen.

Indem wir das Wort Intelligenz in seiner edelsten Bedeutung, als Vernunftvermögen nehmen, definiren wir den Menschen, welcher das dritte Reich der sekundären Organismen bildet, als Organismus der Intelligenz.

Außer den angegebenen charakteristischen Eigenschaften der Plastizität, Sensibilität und Intelligenz, kommen gleichsam als deren Gefolge, noch eine Menge anderer vor, in welche hier noch nicht einzugehen ist. Dieselben erscheinen als nothwendige Begleitung, mit welcher nur jene drei allgemeinen Kräfte aufzutreten vermögen. Damit z. B. die Pflanze wachsen könne, muß sie athmen und Saftbewegung haben; damit sich das Thier den materialen

Eindrücken auszusetzen oder zu entziehen vermöge, muß es sich bewegen können; damit die menschliche Intelligenz zu wirken im Stande sei, ist eine besonders starke Entwicklung niederer Geistesvermögen nöthig ꝛc.

Einem oben angeführten Grundgesetz gemäß wiederholen sich auch in den sekundären Organismen die Eigenschaften der Atome in höherer Potenz. Die sogenannten physikalischen z. B. der Härte, Durchsichtigkeit, Elastizität, Sprödigkeit wiederholen sich noch in der verschiedenen psychischen Beschaffenheit der Thiere, und zuletzt in den menschlichen Charaktern, während die chemischen in den Eigenschaften des Gemüths in ihrer höchsten Ausbildung hervortreten.

Diejenigen, welche an die Stelle der Seele jenes unbestimmte Ding, welches sie Lebenskraft nennen, setzen, sind weder im Stande zu erklären, wie aus den sinnlich gleichartigen Keimen der organischen Wesen so verschiedene Gattungen derselben werden, noch wie die Individualität entstehen, noch wie durch dieselben Nahrungsstoffe das Wachsthum so verschiedener Organismen erfolgen könne. Alle diese Verhältnisse sind nur durch die bis in's Höchste gesteigerte Spezifikation möglich, und das, was sie regelt, darf man doch unmöglich mit einem Namen bezeichnen, welcher nur dessen allgemeinste Eigenschaft ausdrückt. Auch das von Burdach u. A. gebrauchte Wort „Idee" reicht jetzt nicht mehr aus. Die Dinge waren ehemals Ideen, Gedankenbilder des Weltgeistes, aber seitdem sich die einzelnen Stufen der Natur, als eben so viele Momente seiner Offenbarung fixirt haben, wurden die Ideen zu Seelen. Nur hiedurch ist das Eintreten der Subjektivität, der relativen Selbstständigkeit möglich geworden.

Neben und über der Spezifikation ist aber eine allgemeinste Beziehung aller Seelen auf den Weltgeist vorhanden, als ihren gemeinschaftlichen Ursprung, wodurch die Verwandtschaft aller, und neben der Verschiedenheit die Uebereinstimmung gegeben ist. Diese beiden aber wollen gleichmäßig gewürdigt sein.

Jedes der Reiche zeigt als Ganzes eine eigenthümliche Konformation, — eine eigenthümliche Gruppirung der einzelnen größern und kleinern Massen, aus welchen es besteht. Obwohl dieselben Abstufungen der Verwandtschaften z. B. im Pflanzen- und Thierreich vorkommen, so entstehen doch durch das verschiedene Eintreten ihrer verschiedenen Proportionen sehr abweichende Verhältnisse. Aus diesem Fundamentalsatz folgt, daß ein Parallelisiren des Thier- und Pflanzenreiches (Wirbelthiere = Dikotyledonen, Artikulata = Monokotyledonen ꝛc.) unstatthaft ist, wie im 6ten Buch dieses Werkes bewiesen werden soll. — Daß der Weltgeist mit wenigen organischen Systemen eben so leicht, wie mit vielen, die reichste

Herrlichkeit darzustellen vermöge, beweist die Pflanzenwelt der Thierwelt gegenüber auf einleuchtende Weise.

X. Hauptstück.

Zusammengesetztheit der höhern sekundären Organismen.

Betrachtet man die gegenseitigen Verhältnisse der drei organischen Reiche genauer, so findet man, daß das höhere immer nicht bloß sein charakteristisches Vermögen, sondern auch das oder die der unter ihm stehenden Reiche besitzt. Die 3 Stufen der sekundären Organismen verhalten sich daher so, daß jede folgende die Hauptvermögen der frühern in sich aufnimmt. Während also die Pflanzen nur Plastizität besitzen, ist den Thieren Plastizität, Sensibilität und Intelligenz eigen. Die Organismen sind also um so zusammengesetzter, je höher sie stehen. Thierische Organismen konnten nothwendig nur entstehen, indem animalische Seelen sich als höhere Stufe auf vegetativen entwickelten, und beide in einer zwar höchst innigen, aber eigenthümlich modifizirten Durchdringung zu einer höhern Einheit verschmolzen. In dieser ist jedoch nicht alle Trennung aufgehoben, und spricht sich im Gegentheile in vegetativen und animalen Systemen sogar räumlich aus. Die animalische Seele kann sich nur räumlich offenbaren, indem sie gleichsam in einen Pflanzenkörper sich versenkt, nicht aber nach einer mechanischen Vorstellung, sondern nach einer vorausbestimmten und nothwendigen Folge und geistigen Durchdringung. Der Pflanzenkörper selbst wird jedoch mächtig verändert durch die neue Bestimmung, welche er erhalten hat, so wie er andererseits unaufhörlich auf den animalen Theil einwirkt. So besteht also das Thier aus einer vegetativen und animalen Sphäre, und so erklärt sich das Geheimniß, warum die vegetativen Funktionen in ihm größtentheils dem Willen und Bewußtsein entzogen sind. Ihnen steht nämlich die pflanzliche Hälfte der Thierseele vor, welche gleich der Pflanzenseele nach ihr eingeprägten Gesetzen, aber bewußtlos wirkt.

Es leuchtet ein, daß hiernach die Pflanze als Simplizität, das Thier als Duplizität, der Mensch als Triplizität erscheine, gleichsam als eine innige Durchdringung einer vegetativen, animalen und vernünftigen Seele, alle drei zu einer organischen Einheit verschmolzen, in der Vereinigung aber doch Trennung beurkundend. Es ist klar, daß durch diese Ansicht zahlreiche Erscheinungen des Menschen- und Thierlebens erklärbar werden. Während der vegetative sowohl als animale Theil der Menschenseele raümlich und materiell sein eigenes Gebiet im Organismus hat, fehlt dem intelligenten Theil, weil er an und für sich unkörperlich erscheinen würde, ein solches Gebiet. Das menschliche Gehirn hat keine anderen Theile als das höchste Thiergehirn, — es ist daher nicht etwa der leibliche Ausdruck der intelligenten Seele, welche keinen solchen Ausdruck hat, sondern nur das vermittelnde Organ derselben.

Obwohl die drei Reiche in der angegebenen Steigerung auf einander folgen, obwohl das Thier gleichsam in einen Pflanzenleib aufgenommen, ein Theil seiner Lebensprozesse daher jenen der Pflanze analog ist, so darf man doch nicht vergessen, daß neben der Aehnlichkeit auch die Verschiedenheit bestehe, wodurch eben jedes Reich seinen eigenthümlichen Charakter im Besondern und auch in jenen Funktionen behauptet, welche es mit andern gemein hat. So nimmt z. B. die Plastizität, welche dem Pflanzen- und Thierreiche eigen ist, in jedem eine andere Richtung, und erzeugt in jedem deßhalb ganz andere Gestalten.

XI. Hauptstück.

Steigerung der Freiheit im Universum. Objektivität und Subjektivität.

Mit den aufsteigenden Kategorieen der Naturwesen erscheinen immer höhere Grade der Freiheit. In den materialen Kräftepunkten, den tiefsten unter allen, erscheint nicht einmal ein Minimum derselben. Anziehung und Abstoßung, chemische Durchdringung und Gruppirung zu regel-

mäßigen Krystallformen erfolgen nach unabänderlichen Gesetzen. Von den Weltkörpern gilt wenigstens für ihre räumlichen und zeitlichen Beziehungen zu andern dasselbe. Daher jene strenge mathematische Gesetzmäßigkeit in ihrer Anordnung und in ihren Bewegungen, erinnernd an die stöchiometrischen und Krystallisationsgesetze. Was mathematisch bestimmt werden kann, ist unfrei, bewegt sich im Kreise strenger Nothwendigkeit. Mathematik und Freiheit stehen zu einander in umgekehrtem Verhältnisse. Man hoffe daher nie, die mathematische Erklärung auf irgend einen Schöpfungsprozeß oder auf das organische Leben anwenden zu können. — Auch in den Weltkörpern, den untersten Organismen kommen Erscheinungen vor, die zwar keineswegs auf Freiheit bezogen werden können, welche immer nur in Folge des Bewußtseins auftritt, jedoch auf eine Gliederung des Seins, hiemit auf Veränderlichkeit hindeuten, wozu nicht nur die Entwicklung gehört, welche sie durchlaufen, sondern auch gewisse unregelmäßige Schwankungen in ihrem Lebensprozesse, welche sich durch Vermehrung oder Verminderung des Lichtes bei leuchtenden, bei der Erde durch Erhöhung und Erniedrigung ihrer magnetischen und elektrischen Kraftäußerungen oder Störungen in den Funktionen der einzelnen Glieder des Erdganzen aussprechen. — In den Pflanzen hat die Härte der Nothwendigkeit nachgelassen — ihr Leben vermag sich den Umständen anzupassen, ihrer Entwicklung ist ein gewisser Spielraum gegeben, sie vermögen auf Einflüsse zu reagiren, in gewissem Grade sogar günstige Einwirkungen aufzusuchen, ungünstige zu meiden. — Erst bei den Thieren kann von Freiheit, und zwar von sinnlicher zuerst die Rede sein. Sie spricht sich in der willkührlichen Bewegung und in der Möglichkeit aus, in einer bestimmten Sphäre zu urtheilen und zu wählen. — Zur sinnlichen Freiheit gesellt sich im Menschen die geistige, mit welcher die höchste Stufe erreicht ist, welche aber dadurch beschränkt wird, daß der Mensch vermöge seiner körperlichen Natur zugleich im Kreise der Nothwendigkeit festgehalten wird. Es müssen also noch höhere Grade der Freiheit denkbar sein, bei welchen auch dieser letzte Zwang wegfällt.

In Beziehung auf Objektivität und Subjektivität zerfällt das ganze Universum in zwei Hälften. Diejenigen Dinge, welche der niedrigern angehören, erscheinen bloß gegenständlich, d. h. an und für sich, und für jene der höhern, welche sie wahrnehmen — nicht aber sich selbst. Sie sind daher nur Objekte, und bilden die objektive Seite der Welt, zu welcher die Materie und ihre Verbindungen, ferner die Weltkörper und die Pflanzen gehören. Die Dinge der höhern oder subjektiven Hälfte erscheinen nicht bloß gegenständlich und für andere, die sie wahrnehmen, sondern auch durch innern Reflex sich selbst, d. h. sie haben Bewußtsein. Hieher gehören alle Wesen, von den Thieren angefangen und diese mit eingeschlossen.

XII. Hauptstück.

Die Menschheit.

Zwischen der Welt der Freiheit und Nothwendigkeit entwickelt sich also eine eigenthümliche Form von Wesen, welche in der ersten Zeit ihres Daseins noch in der letztern befangen sind. Der Mensch ist einerseits im Kausalismus der Natur verstrickt, und mit tausend Banden an sie geknüpft, andererseits trägt er das Gesetz der Freiheit und Moral in sich, welches nur in der übersinnlichen Welt Geltung hat. In ihm liegen daher zwei Welten in stetem Kampfe, machen sich seinen Besitz streitig, und erlangen abwechselnd in ihm das Uebergewicht. Das Dasein von beiden in ihm und für ihn bringt alle scheinbaren Wiedersprüche in seinem Wesen, Wissen und Glauben hervor. Die Nichtanerkennung beider Welten, und die Versuche, bald die eine, bald die andere zu läugnen, bald sie zu identifiziren (Identitätsphilosophie) bald sie gänzlich zu trennen, bald die Ueberzeugung von der Realität der Sinnenwelt (Fichte'scher Idealismus), oder der moralischen Welt (Materialismus) als eine unwahre darzustellen, bewirkten die mannigfachen Phasen der Philosophie. Wer nur die Natur kennt, dem kann der Mensch nur das verständigste Thier sein, über welches hinaus nichts Höheres existirt; wer

nur die ideale Welt kennt, für den ist die Natur ein Nichtiges, Falsches, Unwahres.

Damit der Mensch seiner Bestimmung genüge, mußte ihm das geistige Auge geöffnet, Klarheit der Selbstanschauung vergönnt, Erkenntniß des Guten und Bösen verliehen, und Freiheit der Wahl gestattet werden. Hier erst treten nun die Unterschiede des Guten und Bösen ein, — die zweideutigen, wechselvollen Relationen der Natur gewinnen plötzlich einfachen Sinn, bestimmte Bedeutung: der Januskopf wandelt sich zum Menschenantlitz um.

Die Geschichte der Menschheit lehrt indeß, daß die Erkenntniß dieser Bedeutung des Menschen nur sehr allmälig eingesehen, und nur zu oft vergessen wird. Zahlreiche Verirrungen gehen aus dem selbstsüchtigen Streben hervor, den Indifferentismus der Natur in menschliche Verhältnisse zu übertragen, und den großen Unterschied zwischen beiden aufzuheben.

Mit der Erscheinung des Menschen sind aber die Welterscheinungen nicht geschlossen, sondern mit ihm beginnt eben eine neue Reihe derselben. Denn da wie früher gesagt, sich im Menschen der schaffende Faktor des Weltgeistes gleichsam inkarnirt hat, während der erhaltende in der organischen Natur zurück blieb, so tritt der Mensch als Schöpfer einer eigenthümlichen Welt auf, welche in der Menschheit als Gegenbild der Natur erscheint, — aber nicht mehr durch eine ungeheuere Zahl von Naturformen, sondern durch eine entsprechende Menge geistiger Formen dargestellt wird. Treten in der Natur verschiedene Klassen, Ordnungen, Familien, Sippen von Pflanzen und Thieren auf, so entsprechen ihnen in der Menschheit die verschiedenen Stämme, Nationen, Völker und verwandtschaftlichen Vereine. — Kam das Thier nicht über den Kreis sinnlicher Freiheit hinaus, so hat sich dieser für den Menschen in den unendlich größern (obwohl nicht unbedingter) geistiger Freiheit erweitert, und die Fähigkeiten, welche bei jenem als Kunsttrieb und Instinkt erscheinen, haben sich im Menschen zu Kunst und Wissenschaft verklärt. Während daher die vegetative und animalische Richtung der Menschenseele die ihnen entsprechenden Theile des Leibes gestalten

und beleben, bildet sich der intelligente Theil seinen Leib in der Sphäre der Gedanken, die oft äußerlich in Gebilden der Kunst und Wissenschaft, im Wollen und Thun hervortreten. — Außer diesen entsprechenden Verhältnissen erscheinen aber, in Folge der Doppelstellung des Menschen zwischen sinnlicher und übersinnlicher Welt, auch ganz neue, zu welchen in der Natur die Analoga fehlen, und die wir bereits als moralische und religiöse Erhebung angedeutet haben.

Die ganze unendliche Mannigfaltigkeit, welche durch alle diese Beziehungen gegeben ist, gehört aber nicht mehr dem einzelnen Menschen, sondern der Menschheit an, die — eine zweite Natur — ihre Bewegungen und Stürme, ihre Veränderungen und Entwicklungsperioden hat, in welcher sich durch den Konflurus der individuellen Geister, Massengeister, Nationengeister entwickeln, die ohne Individualität, räthselhaft entstehend, oft Jahrhunderte beharrend, oft schnell vergehend, auf dieser Stufe des Seins den kosmischen Kräften in der Materie entsprechen, und häufig so gewaltsam wie diese wirken.

Man kann mit einiger Wahrheit wohl die einzelnen Staaten, nicht aber die Menschheit einem Organismus vergleichen. Die letztere ist eine Masse, in welcher allerdings zahlreiche organisirende Tendenzen vorhanden sind, die aber abgesondert, sehr oft entgegengesetzt wirken, und zu keiner höhern Einheit in einander greifen, wie es doch im Wesen jedes Organismus liegt.

Wir haben nämlich bis jetzt die Menschheit in stetem Kampfe mit sich selbst gesehen. Die alten Gegensätze sind noch immer vorhanden. Die Leidenschaften haben sich mit der steigenden Kultur zwar in ein gefälligeres Gewand gehüllt, sind aber ihrem innern Wesen nach noch so rauh und glühend, wie zur Zeit des ersten Brudermords. Die Völker werden von einem über ihnen stehenden Geschick getrieben, welches häufig aller Macht und Berechnung ihrer Lenker spottet. Jener mächtige Geist, der einst die Oberfläche der Erde umgestürzt und die Elemente gegeneinander in den Kampf geführt hat, scheint jetzt unsichtbar über den Nationen einherzuschreiten,

wo er, wie dort, — nach den Massen wirkt, und des Einzelnen nicht achtet: bald als plastischer Trieb Wachsen und Gedeihen vermittelt, bald als gegen sich selbst gewendete Kraft das mühsam Geschaffene zerstört, das Bleibende haßt und sich im Wechsel der Prinzipien gefällt. Darum ist der Einzelne auch nur frei in der moralischen Sphäre, nicht aber wo er sich in den Kampf der Massen und der Partheien stürzt, in denen außer den Kräften der Individuen (in Folge jener öfter angeführten Wiederholung derselben Potenzen auf höhern Stufen, und der Beziehung jedes Einzelnen auf den gemeinschaftlichen Ursprung) auch noch jene des Weltgeistes wirken. Die Entwicklung der Menschheit ist ihr beiderseitiges Produkt.

Bei allem Diesem ist jedoch die Hoffnung nicht aufzugeben, daß der Genius der Menschheit ihre getrennten Glieder im Verlaufe der Zeiten vereinigen, ihre widerstrebenden Thätigkeiten in einer vermittelnden Einheit zusammenfassen, und nur solche Gegensätze übrig lassen werde, wie sie zum Bestehen jedes Organismus und also auch des einzelnen Staats, wie einer allgemeinen Vereinigung der Nationen nothwendig sind. Da die Menschheit ein höheres Gegenbild der organischen Natur der Erde darstellt, so müßten auch diese Gegensätze andere Bedeutung erhalten, als in jener, — und während in der Natur Jedes nur durch den Untergang des Andern besteht, müßte hier das Wohl des Einzelnen auch jenes des Ganzen bedingen.

Wie wir nun in der Natur als Zweck und Streben des Weltgeistes erkennen, immer höhere Stufen an und aus den niedrigern zu entwickeln, und allmälig die bewußtlos wirkenden Kräfte zum Bewußtsein und zur Selbsterkenntniß herauf zu bilden, — so ist es auf der Stufe der Menschheit Aufgabe der erleuchteten und höhern Menschen, die Kräfte derselben zur Erreichung jener Bestimmung zu lenken, und dem metaphysischen Gesetz des Rechts und der Sitte den Sieg über die niedrigen Triebe materieller Selbstsucht zu erringen.

Außer den bis jetzt realiter erschienenen Verhältnissen und Schöpfungen der Menschheit ist noch immer eine unbestimmte Zahl

anderer möglich, die nach Zeit und Umständen theilweise wirklich werden. An eine Erschöpfung derselben ist nicht zu denken, da aller Geist seiner Natur nach unendlich, und der Geist der Menschheit wie jeder andere, nur durch die Grenzen seines Wesens beschränkt, innerhalb derselben aber unendlich ist. Das »nil novi sub sole« ist nur in so ferne wahr, als nichts Neues hervorgebracht wird, welches ausser dem Begriff des Menschengeistes liegt; innerhalb desselben werden stets neue Dinge in's Unbegränzte forterzeugt.

* * *

Rückblick.

Haben wir im nun vollendeten ersten Buche das Wesen der Natur bestimmt, (zu dessen schärferer Charakteristik wir nothwendig auch auf ihren Urgrund und auf die Menschheit Blicke werfen mußten) und sie in ihrer Allgemeinheit, entkleidet von aller Spezialität betrachtet, so ist es Aufgabe der folgenden Bücher, die Besonderheit darzustellen, und die theils aus der Vernunftnothwendigkeit geflossenen, theils durch die Abstraktion erkannten Wahrheiten im unbegränzten, reichen Felde der Erfahrung nachzuweisen. Mögen wir vorher alles Erschlossene noch einmal in einer Anschauung zusammenfassen. Beiliegendes Schema, — welches unter Anderem auch die Doppelstellung des Menschen ausdrückt, — giebt eine klare Uebersicht der aufgeführten Potenzen des Universums, ihrer allmäligen Steigerung, und ihrer wichtigsten Verhältnisse.

Zweites Buch.

Von den Stoffen und den an ihnen erscheinenden allgemeinen Kräften.

I. Hauptstück.

Vom Wesen und den Aggregatzuständen der Materie.

Lit. Vergl. unter And. d. Artikel Materie in Gehlers Wörterbuch, 6 Bd. 2 Abth. S. 1393 folg., von Munke; so wie die Artikel Anziehung, Abstoßung, Gravitation, Schwere, Ausdehnung, Kohäsion, Gas, Flüssigkeitszustand, Härte, Dichtigkeit, Elastizität, Sprödigkeit, Porosität.

Wir haben als niederste Kategorie der Kraftwesen diejenigen bezeichnet, welche uns bei ihrer Vereinigung als Stoffe, als Materie erscheinen. Sie sind in ihrer unendlichen Zahl und der sie beherrschenden eisernen Nothwendigkeit, der Einheit und Freiheit des über der Natur stehenden göttlichen Wesens am meisten entgegengesetzt — die tiefste Offenbarungsstufe desselben in seiner Aktion als Weltgeist. — Die Art und Weise, wie wir sie wahrnehmen, ist lediglich durch die Einrichtung und die Eigenthümlichkeit unserer Sinnesorgane bedingt, und daher rein relativ. Unsere Sinne nämlich sind selbst Kräfte, welche eine solche Affinität zu der Materie haben, die ebenfalls nur ein Inbegriff von Kräften ist, daß sie mit dieser in eine Wechselwirkung treten, die im Bewußtsein als sinnliche Wahrnehmung erscheint. Die verschiedenen Weisen derselben

sind durch die Verschiedenheit der Sinne bedingt, welche je nach ihrer Art mit andern Kräften in Beziehung treten: so das Maßengefühl zu der Ausdehnung, das Wärmegefühl zu der an der Materie haftenden Repulsionskraft, der Geschmack zu den chemischen Aeußerungen, der Geruch zu den elektrischen, das Gehör zu den Schwingungen größerer Vereine (Moleküle) von materialen Kräftepunkten, das Gesicht zu den Verhältnissen, die aus der Wechselwirkung der Lichtkraft mit denen der Materie entstehen. — Es kann hiernach möglicherweise eine Menge von Kräften geben, welche wir nicht durch unsere Sinne wahrnehmen (wie dieses z. B. wirklich mit der magnetischen Kraft der Fall ist) und es ist einestheils nur im Feinheitsgrade unserer Sinne gegründet, daß wir die materialen Kräftepunkte nicht einzeln, sondern nur in Masse wahrnehmen.

Man versteht unter Materie den Inbegriff alles sinnlich Wahrnehmbaren. Ihre konstitutiven letzten Theilchen müssen ausgedehnt sein, um den Raum erfüllen zu können, und zwar nach 3 Dimensionen, weil weder eine Fläche noch eine Linie den Raum erfüllen kann. Die materialen Kräftepunkte, welche man sehr richtig Atome nennen kann, wenn man darunter nur die kleinsten, selbstständigen, weiter nicht mehr theilbaren Kraftwesen versteht, — erfüllen durch ihre Existenz den Raum, sind nicht zusammendrückbar und undurchdringlich, d. h. sie gestatten nicht das bleibende Dasein anderer Atome im selben Raum.

Die Anziehung scheint eine allgemeine, aller Materie zukommende Kraft zu sein. Es ist nicht absolut nothwendig, den Atomen Repulsionskraft zuzuschreiben, denn wahrscheinlich gehen die Erscheinungen, die man durch sie zu erklären sucht, aus der Wärme hervor. Der Einwurf, daß ohne Repulsionskraft bei der fortdauernden Anziehung endlich alle Materie in eine dichte Masse vereinigt werden müsse, kann man dadurch beseitigen, daß man annimmt, dieß werde durch den Wechsel der Anziehungen verschiedener in Konflikt kommender Materien verhindert. Ohnedem müßten sich Anziehung und Abstoßung gegenseitig aufheben, wären sie als zwei gleiche Kräfte vorhanden.

Die Atome können nicht unendlich klein sein, weil das Unendlichkleine mit dem Nichts zusammenfällt, alle aus den Atomen gebildeten Körper aber meßbare Größen des Raumes erfüllen. Es ist noch nie gelungen, die einzelnen Atome irgend eines Stoffes sinnlich wahrzunehmen, doch darf man vermuthen, daß sie, wenn auch einerlei Gestalt, doch nach den Stoffen verschiedene Größe haben, d. h. die räumlichen Grenzen, bis zu welchen sich die Wirksamkeit jedes materialen Kraftwesens erstreckt, liegen nach der chemischen Art, zu welcher es gehört, näher beisammen, oder weiter auseinander. Eine Form müssen die Atome nothwendig haben; dieß folgt aus dem Ausgedehntsein. Zur Erklärung der stöchiometrischen Verhältnisse muß man nothwendig annehmen, entweder, daß die Atome ungleich groß oder ungleich schwer seien. Es ist wahrscheinlicher, daß sie ungleich groß seien. Vielleicht sind alle Atome kugelförmig, d. h. die Wirksamkeit jedes einzelnen Kraftwesens reicht von einem Centrum aus an alle denkbaren, gleichweit von dem Centrum liegenden Punkte, und die verschiedenen Krystallformen sind nur durch die verschiedene Lage der Anziehungsaxen gegeben. Aus den kugelförmigen Atomen läßt sich dann das Parallelopipedon ableiten, welches zur Bildung aller Kernformen hinreicht. (Vergl. hiezu Seeber's Abh. in Gilb. Annal. LXXVI. 229. 349.)

Außer den Kräften der Ausdehnung und Undurchdringlichkeit ist die Materie auch schwer, hat eine Hinneigung zu anderer Materie, deren Grad durch deren Menge und Distanz bedingt ist und in außerordentliche Ferne wirkt. Den einzelnen Atomen gesellt sich mehr oder weniger Wärme, Elektrizität und magnetische Kraft bei, und sie treten zuerst in kleinere Vereine (Moleküle) dann in größere Massentheilchen zusammen, welche nun groß genug (kräftig genug) sind, um von den Sinnen wahrgenommen zu werden.

Die hier mitgetheilte Ansicht widerspricht keiner Erscheinung. Daß die Materie aus Kräften bestehe, gar nicht anders vorstellbar sei, wird mehr und mehr anerkannt werden. Ja, die neueste Physik braucht nur noch wenige Schritte zu thun, um auf denselben Punkt anzukommen, wie sich aus den unten mitzutheilenden Theorieen

von Ampère, Poisson &c. ergeben wird. — Es folgen hier die vorzüglichsten Meinungen über die Materie.

Die ältesten Naturphilosophen betrachteten dieselbe als etwas Gegebenes, und ihre Veränderungen als Folge von Verdichtungen. Die persischen Magier hielten das Feuer für den Urstoff aller Dinge, die Indier und Aegypter das Wasser. Letztere Ansicht hatte auch Thales; sein Schüler Anaximenes hielt die Luft für das Grundwesen. Anaxagoras stellte die Hypothese von den Homœomerien, oder gleichartigen Theilchen auf; Pythagoras die so lange herrschend gebliebene Lehre von den 4 Elementen: Feuer, Luft, Wasser, Erde. Empedokles nahm noch feinere Elemente an. Leucipp betrachtete zuerst höchst feine, nach Gestalt und Wesen verschiedene, im Raume zerstreute Atome als Grundlage aller Körper. Er legte ihnen geradlinige Bewegung bei, in Folge deren sich die gleichartigen vereinigen mußten, während die leichtern in weitere Räume gelangten. Demokrit und besonders Epikur erweiterten diese Lehre, und letzterer gebrauchte zuerst den Namen Atome. Seine Hypothese wurde von Lucretius Carus, Gassendi u. A. weiter entwickelt. Aristoteles nahm die 4 Elemente als Grundlage aller Körper an. Alle Körper sollten aus materiellen, mit gewissen Kräften begabten Theilchen zusammengesetzt sein. — Nach dem dualistischen Systeme des Cartesius besteht die Materie aus Atomen, die an sich und wesentlich zwar untheilbar, dem Begriffe nach aber theilbar sind, weil sie ausgedehnt sein müssen, um den Raum erfüllen zu können. Die Atome waren anfänglich gleich groß, wurden aber durch Bewegung und Reibung ungleich, und bildeten 3 Klassen. Die feinsten wurden am weitesten gerade fortgeschleudert, und bildeten Sonne und Fixsterne; die nächst gröbern, noch theilbaren bewegten sich in schiefen Bahnen, und dienten zur Bildung des Himmels und der Wirbel; die gröbsten vereinigten sich zur Erde, den Planeten und Kometen. — Nach Boyle liegt allen Körpern die gleiche ausgedehnte, theilbare und undurchdringliche Urmaterie zu Grunde, und die sinnlichen Verschiedenheiten der Körper sind Folgen der ungleichen Größe, Gestalt, der Ruhe oder Bewegung und gegenseitigen Lage, wornach es gar keine unveränderlichen Elemente giebt. Woodward nahm schon ursprüngliche Elemente an. — Nach Newton besteht die Materie aus verschwindend kleinen Theilchen, welche ausgedehnt, undurchdringlich, hart und träge sind, und sämmtlich Attraktion auf einander üben. — Wir übergehen die nachfolgenden idealistischen, die Realität der Sinnenwelt zum Theil gänzlich läugnenden Ansichten von Malebranche, Berkeley, Spinoza, Hume &c. Leibnitz zweifelte an der wirklichen Existenz ausgedehnter Atome, und nahm die Ausdehnung selbst mit allen sinnlichen Eigenschaften für einen bloßen Schein. Nach ihm liegen

allen Dingen Monaden zu Grunde, die den geistigen Wesen ähnlich als Vorstellkräfte zu betrachten sind, und von welchen jede ihre bleibende Grundbestimmung hat. Die Welt besteht aus einer Reihe gröberer und feinerer Monaden, von welchen die erstern, gleichsam schlafenden, nur der dunkelsten Perceptionen fähig, die wachenden geistiger Art sind und in stetiger Reihe bis zu Gott, der höchsten Monade aufsteigen. — Boscovich verwarf die Atome, weil, wenn sie sich nicht berührten, kein Körper entstehen, und wenn sie sich berührten, eine Materie in die andere nicht eindringen könne, weil die vereinten absolut harten und undurchdringlichen Atome einen gleichfalls absolut harten und undurchdringlichen Körper bilden müßten. Nach ihm besteht die Materie aus physischen Punkten, die nur Anziehungs- und Abstoßungskräfte haben, welche Sphären von ungleicher Ausdehnung um sie bilden, daher ihre Vereinigung zu den verschieden gestalteten Körpern bedingen, und sich auf mannigfache Weise durchdringen. Bewegt sich ein Körper sehr geschwind, und durchdringt hiebei einen andern, so werden die Theilchen des letztern gar nicht in Bewegung kommen; bewegt er sich etwas langsamer, so werden die Theilchen in starke Bewegung versetzt, und in deren Folge erhitzt und entzündet; bewegt sich ein Körper sehr langsam, so durchdringt er einen andern gar nicht. — Die praktischen Physiker Hawksbee, s'Gravesande, Muschenbroek, Desaguliers, de Luc ꝛc. schlossen sich der Newton'schen Ansicht an. Die Engländer Michell, Priestley, Robison erklärten sich für Boscovich. — Nach Kant können wir von den Naturdingen nur durch äußere Anschauung Begriffe erhalten, und Raum und Zeit sind die nothwendigen Bedingungen unserer Vorstellung von Körpern. Die Materie bestehe aus 2 gegeneinander wirkenden Kräften: Dehnkraft und Ziehkraft, und alle ihre Prädikate lassen sich auf Bewegung zurückführen. Die Materie ist nach ihm 1) das Bewegliche im Raume, 2) das Bewegliche, sofern es einen Raum erfüllt, 3) das Bewegliche, sofern es als solches bewegende Kraft hat, 4) das Bewegliche, sofern es als solches ein Gegenstand der Erfahrung sein kann. Die Materie erfülle den Raum nicht durch bloße Existenz, sondern durch besondere bewegende Kraft, d. h. durch eine ihr in bestimmtem Grade eigene Ausdehnungskraft. Sie kann daher in's Unendliche zusammengedrückt, aber nie durchdrungen werden, ist in's Unendliche theilbar, und jeder ihrer Theile ist wieder Materie. — Laplace betrachtet die Wärme als das repulsive Prinzip, und Poisson und Avogrado stimmen ihm hierin bei. — Nach Ampère (Annal. d. Chim. et Phys. tom. 58. p. 432) bestehen alle Körper zunächst aus Theilchen von gleichem Aggregatzustande, und die Theilchen wieder aus Molekülen, die sich nur bis zu einer gewissen bestimmten Entfernung einander nähern, — ihr Abstand von einander

wird bedingt durch das, was von den attraktiven und repulsiven Kräften der Materie bis zu ihnen reicht, dann durch die Repulsion aus der Wellenbewegung eines zwischen ihnen eingeschlossenen Aethers, endlich durch die Anziehung, welche der Masse direkt, und dem Quadrate des Abstandes umgekehrt proportional ist. Die Moleküle bestehen zuletzt aus Atomen, die durch eigenthümliche Attraktiv- und Repulsivkräfte zusammengehalten werden, wobei die Repulsivkräfte überwiegen. Welchem Körper auch die Moleküle angehören mögen, so sind sie immer hart und polyedrisch, (was die Kernform der Krystalle giebt). Mechanische Kraft trennt bloß die Theilchen; die aus den Schwingungen der Atome entstehende Kraft kann die zusammengesetzten Moleküle in einfachere zerlegen; nur chemische Kräfte vermögen diese noch weiter zu trennen. Bei Licht und Wärme vibriren die Atome, beim Schall nur die Moleküle. — Nach Poisson (Mem. de l'Acad. tom. 8. p. 369. Annal. d. Chim. et Phys. tom. 42. p. 145) bestehen alle wägbaren Körper aus verschwindend kleinen Molekülen, mit denen Wärme, elektrische und magnetische Materie durch Anziehung verbunden ist. Von Wärmestoff ist sehr wenig in den Zwischenräumen der Moleküle; desto mehr an ihnen, weßwegen alle seine Wirkungen von ihnen unmittelbar auszugehen scheinen. Die Moleküle ziehen bloß sich und den Wärmestoff an; letzterer aber ist gegen sich selbst repulsiv, und beide Kräfte nehmen mit der Entfernung der Moleküle von einander so schnell ab, daß sie bei einer merklichen ganz unmerklich werden; die Moleküle sind aber so klein, daß der Abstand, bei welchem eine Abnahme der Kräfte beginnt, jederzeit ein Multiplum ihres Durchmessers ist, und deßwegen eine unzählbare Menge solcher Moleküle gleichzeitig im Konflikt der jedem einzelnen zugehörigen Kräfte sich befinden. Beide Kräfte befolgen nicht gleiche Gesetze ihrer durch den Abstand bedingten Stärke, jedoch giebt es immer eine gewisse Entfernung derselben, für welche ein stabiles Gleichgewicht unter ihnen eintritt. — Cauchy und Fechner treten dem Wesen nach dieser Ansicht bei.

Wie bemerkt, hat man noch nie einzelne Atome wahrgenommen, und kann dieses gar nicht, da schon bei einer gewissen Kleinheit, die unter der einen halben Lichtwelle liegt, keine Sichtbarkeit mehr möglich ist. Die Active Molecules Robert Brown's (die kleinsten unter 1/3000''' messenden Theilchen gepulverten oder aufgelösten Gummigutts, Zinnobers, Glases, Schwefels, Kohle &c.) sind nur kleine uns noch sichtbare Theilchen. Dieselben zeigen im Wasser unter dem Mikroskope Bewegungen, weßwegen ihnen manche irrigerweise (organisches) Leben zuschrieben, während ihre Bewegung nur durch Verdunstung entsteht, und durch Strömungen, die in Folge derselben im Tropfen eintreten.

Eine eigenthümliche organische Materie anzunehmen, geht nicht an, wohl aber bringt die den Organismen einwohnende Kraft Verbindungen hervor, wie sie die Stoffe ausser deren Bereich nicht darstellen. Unorganisches wird daher stets zum integrirenden Bestandtheil organischer Körper.

Die Anziehung oder Attraktion ist eine aller Materie wesentliche Kraft. Sie zeigt sich im Bestreben flüssiger Körper, z. B. der Regentropfen, Kugelgestalt anzunehmen, so wie in der sphäroidischen Form der Luftblasen, Weltkörper ꝛc. Im weitesten Sinn beruhen auch die Erscheinungen der Adhäsion, Kapillarattraktion, Absorption, Kohäsion, Gravitation, Schwere auf Modifikationen der Anziehung. Wenn etwas die reine Geistigkeit der Materie klar beweisen kann, so ist es die Gravitation, vermöge welcher die Weltkörper aus ungeheuern Entfernungen auf einander wirken. Gravitation und Schwere sind einfache Wirkungen der Anziehung. Was die Kohäsion und Adhäsion betrifft, so scheint erwiesen, daß die Durchmesser aller Körperelemente, wenn auch ungleich groß, doch verschwindend klein sind, zugleich aber nicht in unmittelbarer Berührung mit einander, sondern in meßbarem Abstande von einander stehen, und durch Verminderung der Wärme sich nähern. — Man unterscheidet die Gravitation oder die gegenseitige Anziehung der Weltkörper von der Attraktion, und versteht unter letzterer die Anziehung, welche die Erde gegen ihre Bestandtheile und gegen wenig entfernte Körper ausübt. Doch sind beide dem Wesen und ihren Gesetzen nach vollkommen gleich. Alle Körper streben auf die Erde zu fallen, und drücken auf ihre Unterlage, wenn sie nicht zu fallen vermögen. Die Schwere kommt nicht den Körpern als Ganzen, sondern allen ihren Theilen zu. Am selben Orte, oder an nicht weit von einander entfernten Orten fallen alle Körper im luftleeren Raume gleich schnell, sind gleich schwer. Gegen den Aequator wird die Schwere der Körper geringer, gegen die Pole größer; in größerer Entfernung vom Erdmittelpunkte nimmt sie ab. — Die Schwerkraft ist von der materiellen Verschiedenheit der Körper ganz unabhängig, und nimmt daher allenthalben und immer in geradem Verhältnisse mit der Masse des anziehenden Körpers, im verkehrten mit dem Quadrate der Entfernung der anziehenden und angezogenen Masse zu, oder sie wirkt der Masse direkt und dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional. Kohäsion ist der Zusammenhang fester Körper, und ihre Verschiedenheit scheint in der chemischen Verschiedenheit der Materie, und den Verhältnissen derselben zur Wärme zu beruhen. (Laplace wirft sie unbedenklich mit der Attraktion zusammen, und behauptet, daß ihre Verhältnisse, wie jene der Attraktion sich auf die den Massen

direkte und den Quadraten der Abstände umgekehrt proportionale Anziehung zurückführen lassen, was Andere läugnen). Adhäsion ist die Anziehung oder Anhängung getrennter fester Körper aneinander, der flüßigen oder expansibeln Körper untereinander und gegen feste Körper. Kapillarattraktion und Kapillardepression ist die positive und negative Anziehung tropfbarer Flüßigkeiten in haarröhrchenartigen Räumen fester Körper.

Die Abstoßung, welche einige für eine den Stoffen wesentliche Kraft halten, ist eine in der Natur sehr häufige Erscheinung. Hieher gehört das Verhalten gleichnamig elektrisirter Körper, und der gleichen Pole der Magnete, die Ausscheidung verschiedener Stoffe durch chemische Prozesse, und solche Substanzen, welche sich nicht mischen lassen, oder nicht benäzen, wie Fett und Wasser, Quecksilber und Glas. Vorzüglich bei der Elastizität, Expansion, und der Ausdehnung durch Wärme wurde eine abstoßende Kraft angenommen, besonders von Newton bei seiner Erklärung der Zurückwerfung des Lichts von spiegelnden Flächen vor der wirklichen Berührung derselben, und bei seiner Behauptung, daß die durch Aufbrausen oder Sieden expandirter Flüßigkeiten erzeugten Substanzen nur durch eine solche Kraft das Bestreben äußern könnten, einen größern Raum einzunehmen, nachdem sie sich von den sie bildenden Körpern entfernt hätten. Er äußerte auch, man könne sich vorstellen, daß die zurückstoßenden Kräfte da anfangen müßten, wo die anziehenden aufhören, so wie in der Algebra die positiven Größen durch Null zu negativen übergiengen. — Kant, und noch mehr seine Nachfolger führten, wie oben bemerkt wurde, die gesammten Naturerscheinungen auf den Konflikt einer in die Entfernung wirkenden Ziehkraft, und einer in der Berührung wirkenden Dehnkraft oder Abstoßung zurück.

Biot und Laplace sehen die Wärme als die repulsive Kraft an. Je nachdem Anziehung oder Wärme durch äußere Ursachen das Uebergewicht gewinnt, soll der Zustand der Körper wechseln, und Festigkeit, Flüßgkeit, Expansion, Elastizität, Härte, Krystallisation bedingt werden. — Andere sehen die Wärme mehr als das die Attraktion beschränkende und ihre Wirkungen bedingende Prinzip an, und reduziren die Wirksamkeit derselben auf ihre verschieden modifizirte Verwandtschaft zu den verschiedenen Körpern, statt daß sie eine eigene Abstoßungskraft annähmen. — (Olbers führt die eigenthümliche Gestalt der Kometenschweife auf abstoßende Kräfte sowohl ihres Kernes, als auch der Sonne zurück, welche Vorstellung im Allgemeinen anf repulsiven Kräften namentlich der Wärme und des Lichtes beruht).

Man schreibt der Materie auch Trägheit zu, welche bewirkt, daß Körper einmal in Bewegung gebracht, nur durch fremde

Einwirkung in Ruhe kommen, und aus dieser nur durch fremde Kraft in Bewegung.

Aggregationszustand ist die Art, wie die Theile der Körper unter einander verbunden sind. Die Materie erscheint nämlich nach den verschiedenen Quantitäten von Wärme, welche die kleinsten Theile umgeben, vorzüglich in dreierlei Zuständen: dem gasförmigen, tropfbarflüßigen und festen. Die Gase (Luftarten, elastische, permanent elastische, expansible Körper oder Flüßigkeiten) sind charakterisirt durch das Streben nach Expansion, nach stets fortgesetzter Ausdehnung, und eine hieraus hervorgehende Kraft des Widerstandes gegen äußere mechanische Zusammendrückung. Gase sind demnach jene Verbindungen von wägbaren Stoffen mit Wärme, in denen diese am meisten vorherrscht. Das Ausdehnungsbestreben der Gase ist ihre Elastizität, Spannung oder Tension, welche beim selben Gas und bei gleicher Temperatur in geradem Verhältniß mit seiner Dichtigkeit steht. Man unterschied seit langem die Gase von den Dämpfen dadurch, daß erstere bei jedem Druck, und bei jedem Kältegrade ausdehnsam bleiben, während die Dämpfe durch Druck und Kälte in tropfbarflüßigen Zustand übergehen; aber in neuerer Zeit hat man die meisten sonst für Gase gehaltenen Körper tropfbar dargestellt, weßhalb der Unterschied zwischen Gasen und Dünsten nicht wesentlich scheint.

1835 endlich hat Thilorier das kohlensaure Gas in fester Gestalt hergestellt, das erste Beispiel, daß ein Gas fest und konkret geworden ist. Gasförmig bei gewöhnlicher Temperatur und Druck, flüßig bei 0° unter dem Druck von 36 Atmosph., wird es fest nahe an 100° unter dem schmelzenden Eis, und bleibt so einige Minuten in freier Luft und beim gewöhnlichen Druck. Um es fest zu erhalten leitet man einen Strahl kohlensaures Gas in eine kleine Glasphiole; diese füllt sich sogleich und fast ganz mit weißer, pulveriger, flockiger Materie, welche stark an die Wände anhängt, und die man nur durch Zerbrechen der Flasche hievon ablösen kann. Im Freien verdunstet sie unmerklich, in eine hermetisch verschlossene Flasche gebracht, treibt sie gewaltsam den Pfropf aus. Gegen den 100sten Grad unter 0° der Erkaltung wird die Expansivkraft des kohlensauren Gases vernichtet, aber schon bei —20° C. ist sie nur noch = 20 Atmosph., bei 0° gleich 35. (l'Institut, 1835. p. 331.) Jetzt nennt man gewöhnlich jene Stoffe Gase, welche bei der gewöhnlichen Temperatur und beim natürlichen Luftdruck stets ausdehnsam sind, (so das flußboraxsaure, flußspathsaure, hydriodsaure, hydrothionsaure, ölbildende, salzsaure, schwefelsaure 2c. Gas) und Dunst jene, welche sich unter diesen Umständen bald ausdehnsam, bald tropfbar zeigen. (Man nimmt ferner an, daß

die Moleküle aller Körper, sowohl der festen, als der flüßigen starr sind.) — Flüßig heißen jene Körper, deren Theile absolut leicht verschiebbar sind. Diese Körper bilden Tropfen dadurch, daß die kleinsten Theile Adhäsion gegeneinander haben, und dennoch übereinander hingleiten. Die Anziehung ihrer Theilchen wirkt also nicht in bestimmten Richtungen, sondern gleichartig nach allen Seiten. Die flüßigen Körper sind schwer zusammen zu drücken. — Fest ist derjenige Körper, dessen Theile zu ihrer Verschiebung eine merkliche Kraft erfordern. Die Gewalt, welche nöthig ist, den Zusammenhang eines Körpers aufzuheben, giebt ein Maß für seine Festigkeit ab. — Derselbe Körper kann ohne Aenderung seiner innern Beschaffenheit fest, flüßig und luftförmig erscheinen (Eis, Wasser, Wasserdampf), je nachdem (nach den Körpern) verschiedene Grade von Wärme und Druck auf ihn wirken. Der englische Physiker Perkins will sogar durch Druck und Kälte die atmosphärische Luft in eine liquide, wasserhelle Masse umgewandelt haben. — Manche Körper befinden sich in Mittelzuständen zwischen jenen dreien, z. B. weich gewordenes Wachs, geschmolzenes Pech zwischen starr und flüßig.

Mehrere der neuesten Physiker erklären den Aggregationszustand der Körper aus der Molekularkraft. Die Schwerkraft sei von jeder materialen Verschiedenheit und von der Natur der Moleküle unabhängig und wirke in unermeßliche Fernen; die Molekularkraft wirke theils anziehend, theils abstoßend und sei von der Natur der Molekel abhängig. Ihre Stärke nehme mit der Entfernung sehr schnell ab, und verschwinde in unmerklicher; der anziehende Theil gehöre der Materie, der abstoßende der Wärme an. Beider Resultat sei die Molekularkraft.

II. Hauptstück.

Chemische Verhältnisse der Stoffe.

Erscheint in der Schwere der allgemeine Zug alles Materiellen gegeneinander, so tritt im Chemismus die Anziehung des Spezifischen auf.

Wahrscheinlich war die Materie ursprünglich gleichartig, und ihre Differenzirung zu den verschiedenen Grundstoffen gieng aus einer der frühesten Wirkungen des Weltgeistes hervor, welcher vermöge der ihm einwohnenden Kraft der Selbstanschauung, Selbstbestimmung, Selbstveränderung sein verschieden

erscheinendes Bild in der früher gleichartigen Materie abspiegelte, wodurch deren Spezifikationen, die Grundstoffe entstanden, welche später durch mannigfache Kombinationen die gesammte Stoffwelt erzeugten und fortwährend erzeugen.

Die experimentelle Chemie hat bis jetzt 54 Stoffe ausgemittelt, welche man so lange für einfache halten muß, bis die etwaige Zusammensetzung des einen oder andern nachgewiesen worden ist. Einige von ihnen kommen in außerordentlich geringer Menge vor, während andere in erstaunlicher Quantität und ungemeiner Verbreitung gefunden werden. Ohne Zweifel kommen die meisten Stoffe nicht bloß auf und in unserer Erde vor, so daß sie etwa Produkte der Erdentwicklung selbst wären, sondern gehören dem Weltraum an, wie dieses die Analysen der Meteormassen bezeugen, welche nach den neuesten (später mitzutheilenden) Beobachtungen wirklich kosmischen Ursprung haben. Wasserstoff und Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff bilden die Grundlage der Atmosphärilien, der luftartigen Körper. Der allgemeine Charakter aller übrigen Stoffe ist Metallität, mit mannigfaltigen Modifikationen der Härte, Schwere, Schmelzbarkeit. Dem Metall, als dem Beharrenden gegenüber steht der Sauerstoff, als das Verzehrende oder Verbrennende, denn alle Metalle haben eine bald geringere, bald größere oder größte Neigung, sich mit ihm zu verbinden. In gewissen Metallen (Phosphor, Schwefel ꝛc.) wird der polare Gegensatz und hiemit die Anziehung gegen den Sauerstoff so groß, daß sie gänzlich zu verbrennen vermögen, während dieselbe in den letzten schweren Metallen (Silber, Platina, Gold ꝛc.) so gering ist, daß sie nur sehr schwer oxydirt werden. Zwischen diesen Extremen erscheinen nach einer Seite hin die in der Natur fast immer mit Sauerstoff verbundenen, äußerst schwer reduzirbaren Metalle der Erden und Alkalien in den drei Gruppen der vollkommenen Erden, alkalischen Erden und Alkalien, nach der andern jene leichter oxydirbaren Metalle, welche für sich allein in der Hitze nicht reduzirbar sind, und die theils als elektronegative, vorzüglich Säuren bildende, theils als elektropositive, Salzbasen bildende, auftreten.

Es giebt keinen einzigen der 54 als solche angenommenen Grundstoffe, welcher nicht gegen mehrere andere Anziehung zeigte, — ein schöner Beweis des allgemeinen Konnerus auch in der Stoffwelt und ihres Hervorgehens aus einem Grundwesen. Eine seit langem bekannte Bedingung hiezu ist, daß die Körper, welche einander chemisch durchdringen sollen, sich im flüssigen Zustande befinden. (Corpora non agunt, nisi fluida.) Man kennt hievon nur höchst wenige Ausnahmen. Eine Verwandlung einfacher Stoffe ineinander ist noch nie beobachtet worden, und eine solche anzunehmen auch aus andern Gründen unstatthaft. Die sichersten Erfahrungen beweisen auch, daß durch den Lebensprozeß der sekundären Organismen (z. B. der Pflanzen) keine einfachen Stoffe, wie man früher glaubte, erzeugt werden, sondern wo man dergleichen findet, schon im Saamen vorhanden sind. (Vergl. hiezu unter And. Jablonski's Aufsatz in Wiegm. Arch. für Naturgesch. II. Jahrg. S. 206.) — Die stöchiometrischen Verhältnisse sind den Stoffen von ihrer Entstehung an eingeprägt, und gestatten, ihre Kraftverhältnisse andern gegenüber gleichsam symbolisch durch Zahlen auszudrücken. Wie alle Kraftverhältnisse sind sie übrigens geistiger Natur und können nur durch geistige Gegenbilder begriffen werden.

Einige Stoffe verbinden sich mit einander in allen Verhältnissen, andere haben einen Sättigungspunkt, den sie nicht überschreiten. Man nimmt an, daß die chemische Affinität (besser Entgegensetzung) bei den ersten sehr schwach, bei den letzten lebhaft sei. Manche Stoffe verbinden sich mit andern in mehreren Verhältnissen und öfters stellt jede dieser Verbindungen Körper von eigenthümlicher Beschaffenheit dar. Es giebt aber sogar Fälle, wo bei gleichen Quantitätsverhältnissen doch verschiedene Körper zu Stande kommen; ein Resultat, das vom Innigkeitsgrade der Durchdringung abhängt. (Berzelius nennt dieselben isomerische Körper; so die Phosphor- und Pyrophosphorsäure, Wein- und Traubensäure ꝛc.)

In der Neutralisation sind zwei sich verbindende Stoffe in ein neues Drittes aufgegangen, welches häufig keine Spur der sinnlichen Eigenschaften der es zusammensetzenden zeigt. Hier erscheint eine Vernichtung beider, nicht zu Gunsten

des einen oder andern Stoffs, sondern eines werdenden Dritten, das den beiden Eltern nicht mehr im geringsten gleicht, ein wesentlicher Unterschied von den Resultaten der (hiemit nicht vergleichbaren) Zeugung bei den sekundären Organismen. (So z. B. in der Verbindung des Schwefels und Quecksilbers zu Zinnober rc.)

Je größer die polare Entgegensetzung zweier Stoffe, desto stärker ist ihre Anziehung,*) desto vollkommener die Aenderung ihrer Qualitäten bei eintretender Verbindung. Daß Stoffe von geringem Gegensatz keinen Sättigungspunkt zeigen, beruht auf ihrer relativen Gleichgültigkeit.

Je einfacher die Stoffe sind, desto stärkere und mannigfachere „Affinitäten“ zeigen sie; je zusammengesetzter, desto mehr nehmen diese an Zahl und Stärke ab und erlöschen endlich ganz. Hierauf beruht die Endlichkeit der chemischen Kombinationen für die Wissenschaft; ohne diese successive Schwächung der Anziehungskräfte würden die möglichen Verbindungen in's Unendliche fortgehen. Ohne Zweifel gehen sie auch viel weiter fort, als man annimmt, aber die Unterschiede ihrer Produkte werden nach und nach für unsere Wahrnehmung verschwindend klein. Merkwürdig genug entscheidet über Zersetzung und neue Verbindung bei mehreren zu einander tretenden Stoffen die Summe der Anziehungsgrößen, welche zu gleicher Zeit dargestellt werden können, so daß einzelne stärkere Anziehungen durch mehrere kleinere überwunden werden.

In wie ferne die Adhäsion als Vorregung und Verwandte der chemischen Anziehung zu betrachten ist, und ob die Adhäsionsgröße zwischen zwei Stoffen immer in geradem Verhältniß zu ihrer Affinitätsgröße stehe, bedarf weiterer Nachforschung. Gleichfalls ist die Rolle der Kohäsion, welche

---

*) Das allgemein gebrauchte Wort Affinität, Verwandtschaft, für den eigenthümlichen Zug der Stoffe gegen einander drückt durchaus nicht das wahre Verhältniß aus. Die chemische Anziehung beruht ja eben auf dem polaren Gegensatz, auf der Verschiedenheit, nicht auf der Aehnlichkeit oder Verwandtschaft, und ist um so energischer, je größer jene ist. Allerdings verbinden sich sehr häufig auch verwandte Stoffe, doch wäre es richtiger, immer das Wort Anziehung zu gebrauchen.

wesentlichen, obwohl viel geringern Antheil an Lösungen und Bindungen nimmt, als die chemische Anziehung, noch in wenigen Fällen fest bestimmt. Häufig werden die Kohäsionsverhältnisse eines oder beider Stoffe bei einfachen Verbindungen geändert. Im nächsten Zusammenhang hiemit steht die Abweichung der Krystallgestalt einer Verbindung von der Krystallgestalt der sie zusammensetzenden Stoffe, und die bedeutungsvolle Thatsache des Isomorphismus. Durch ihn können sich gewisse Stoffe wechselseitig (mehr oder minder vollkommen) vertreten, mit andern die gleiche Krystallgestalt erzeugend, wenn sie mit diesen nach derselben Zahl der Mischungsgewichte zusammentreten. Mag daher in sonstigen sinnlichen Eigenschaften hohe Verschiedenheit zwischen isomorphen Stoffen obwalten, so herrscht in ihnen doch ein Gleichmaaß der expansiven Kräfte, welche die Krystallform erzeugen, in Richtung, Zahl und Verhältniß.

Ob manche einfache oder zusammengesetzte Stoffe Formen annehmen können, welche zwei verschiedenen Krystallsystemen angehören und nicht auf einander reduzirbar sind, bedarf fernerer Bestättigung. Sollten sich hier nicht ganz kleine bis jetzt übersehene Unterschiede der chemischen Beschaffenheit herausstellen, so müßte ein Fundamentalgesetz der Krystallbildungstheorie umgestoßen werden.

Noch von tieferer Bedeutung als das Spiel einfacher, doppelter, mehrfacher „Wahlverwandtschaft“, das Spiel der sogenannten „ruhenden Affinitäten“ (welche im Gegensatz zu den trennenden besser die vereinigenden hießen) erscheint einmal jene Art der Zersetzung, wo ein zu einer Verbindung neu zutretender Stoff sich theilt, um an zwei neu entstehenden Verbindungen Antheil zu nehmen, dann das allgemeine (von Berthollet gefundene) Gesetz, daß zwei Salze sich dann wechselseitig zersetzen, wenn eines der zwei neu entstehenden schwerer im Wasser löslich, also kohärenter ist, als die beiden frühern. Die sogenannte „prädisponirende Affinität“ besteht darin, daß zwei Stoffe nur deßhalb durch einen dritten zersetzt werden, weil zugleich ein vierter vorhanden ist, der zur künftigen Verbindung des ersten und dritten

Verwandtschaft äußert. *) Erscheint in der vorigen ein förmliches Vorahnen der Eigenschaften von Verbindungen, die erst geschehen sollen, und deren Eintritt eben durch dieses Vorahnen bedingt ist, so beruht letztere auf einem gleichsam prämeditirten Bündniß des dritten und vierten Stoffes gegen den zweiten, um den ersten aus der Verbindung mit ihm zu reißen, sich mit jenem zu vereinen und den zweiten auszuscheiden.

Nur dann gehorchen die materialen Kräftepunkte streng den ihnen eingeprägten Proportionen, wenn diese nicht durch äußere Bedingungen, wie Temperatur, mechanischen Druck oder durch Ueberschreiten der Sättigungspunkte in Folge zu großer Mengen einzelner Stoffe gestört werden.

Bei den Mischungsgewichten der Stoffe, welche auf die atomistische Ansicht von denselben gegründet sind, zeigt sich die merkwürdige Erscheinung, daß sie in Körpern von sehr ähnlicher Beschaffenheit sehr verschieden sein können. In andern Fällen hingegen halten Körper, welche in ihren Eigenschaften zwischen zwei andern stehen, auch das Mittel zwischen diesen in ihrem Mischungsgewichte. Die räumlichen Verhältnisse, unter welchen sich die Stoffe verbinden, werden ohne Zweifel durch die Mischungsgewichte anschaulich ausgedrückt. Niemals vermögen aber Zahlen mehr vom innern Wesen auszudrücken, als dessen nach außen hervortretende, relative Modalitäten. Wir haben in der Stoffwelt in der That schon ein Empfindendes und Handelndes vor uns, welches bei Berührungen mit verschiedenen Andern sein Benehmen ändert, und seine Foderungen und Bedingungen höher und niederer spannt, nachdem ihm dieser oder jener Gegner gegenüber tritt. Wir haben in den Stoffen Kraftwesen vor uns, welche eisernen, unabänderlichen Gesetzen unterthan sind, — Seelen ohne die Gewalt, aus innerer Selbstbestimmung Polaritäten und Verhältnisse zu ändern, wie es jenen im Reiche der Freiheit

*) So bei Zersetzung der Kohlensäure durch Phosphor und Natron in der Glühhitze in phosphorsaures Natron und Kohle, welche erfolgt, weil die erst zu bildende Phosphorsäure größere Anziehung gegen das Natron hat, als die Kohlensäure, obgleich die Anziehung des Kohlenstoffs zum Sauerstoff viel größer ist, als die des Phosphors zu demselben.

vergönnt ist. Während diese sich bald hassen, bald lieben, jetzt sich hinzugeben, dann sich abzustoßen vermögen, ist in der Stoffwelt nach starrer Nothwendigkeit jedem sein Hassen und Lieben, sein Anziehen und Abstoßen in Maaß, Zahl und Zeit bestimmt.

Wie die physikalischen Verhältnisse der Materie im menschlichen Charakter ihr höheres Gegenbild haben, so die chemischen im Gemüth. Diese Wahrheit hat der allgemeine Volksverstand schon geahnt und in der Sprache ausgedrückt. Man spricht in der Stoffwelt wie in der moralischen von einem festen und weichen, einem herben und milden, sauren und süßen, bittern und scharfen, in der instinktartigen, aber richtigen Ahnung ihrer Uebereinstimmung.

Man kann die 54 Grundstoffe in folgende Uebersicht bringen:

I. Metalloide oder Grundstoffe der Atmosphärilien.

Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff.

II. Metalle der Erden und Alkalien.

1) Der vollkommenern Erden.

Silicium, Aluminium, Zirkonium, Beryllium, Yttrium, Thorium.

2) Der alkalischen oder unvollkommenern Erden.

Stearinium, Kalcium, Baryum, Strontium.

3) Der Alkalien.

Kalium, Natrium, Lithium.

III. Brennbare Metalle.

Jod, Brom, Chlor, Fluor, Boron, Phosphor, Schwefel.

IV. Schwere Metalle.

1) Leichter oxydirbare, für sich allein in der Hitze nicht reduzirbare.

a. Elektropositive, vorzugsweise Säuren bildend: Selen, Arsenik, Chrom, Molybdän, Antimon, Tantal, Titan, Wolfram.

b. Elektropositive, vorzugsweise Salzbasen bildend: Wismuth, Cerium, Uran, Tellur, Blei, Vanadium, Zinn, Zink, Kadmium, Mangan, Eisen, Kobalt, Kupfer.

2) Sehr schwer oxydirbare (daher edle) Metalle.

Ihre Oxyde werden schon durch bloße Erhitzung, ohne Zuthun eines andern Körpers reduzirt. Sie erhalten leicht ihren reinen metallischen Zustand. Nikel, Quecksilber, Osmium, Iridium, Rhodium, Palladium, Platina, Silber, Gold.

Es folgen die vorzüglichsten Eigenschaften derselben.

1) Sauerstoff. (Oxygène.) Man kennt ihn im freien Zustande nur als Sauerstoffgas (Lebensluft). Dieses ist $1/_{102}$ mal

schwerer als die atmosphärische Luft, also mehr als 740 mal leichter als das Wasser, geschmack- und geruchlos, unsichtbar, verbindet sich mit fast allen Körpern, vorzüglich den chemisch einfachen, und erzeugt mit ihnen Oxyde verschiedener Grade. In allen Fällen bildet es sauer schmeckende Substanzen. Es bricht das Licht $0/_{861}$ mal geringer als die atmosphärische Luft. Das Sauerstoffgas ist es, welches das Athmen der Thiere und das Brennen der Körper unterhält. Mit dem folgenden bildet der Sauerstoff das Wasser.

2) Wasserstoff. (Hydrogène.) Erscheint im reinen Zustand als geruchloses, im Wasser unauflösliches Gas, dessen Gewicht sich zur Einheit der atmosphärischen Luft, wie $0/_{068}$ verhält, zur Einheit des Wassers, wie $0/_{00012}$. Mit Sauerstoffgas verbrennt es mit stoßweißer Flamme. 2 Volumina erzeugen mit 1 Vol. Sauerstoffgas Knallluft, welche nach dem Verbrennen Wasser giebt. Das Wasser besteht aus $88/_{9}$ Sauerstoff und $11/_{1}$ Wasserstoff. Wasserstoffgas wird gewöhnlich zur Füllung der Luftballons verwendet; doch ziehen die neuesten Aeronauten hiezu das Kohlenwasserstoffgas vor.

3) Stickstoff. (Azote.) Auch er ist im reinen Zustande nur als Gas bekannt. Dieses ist wenig leichter als die atmosphärische Luft ($0/_{969}$: 1), farb-, geschmack- und geruchlos, irrespirabel und unterhält das Brennen nicht. Mit Sauerstoffgas in gewissem Verhältnisse gemischt, liefert es mittelst Elektrizität Salpetersäure. Seine Strahlenbrechung ist etwas größer ($1/_{034}$: 1) als die der atmosphärischen Luft. Letztere besteht aus 21 Volum. Sauerstoffgas und 79 V. Stickgas. Man erhält das Stickgas aus ihr am leichtesten, wenn man ein den Sauerstoff sehr stark anziehendes Mittel in ein Quantum Luft bringt, welches sich mit dem Sauerstoff verbindet und den Stickstoff frei läßt. 2 Vol. Stickstoff mit 1 Vol. Sauerstoff geben ein angenehm berauschendes Stickstoffoxydulgas, 2 Vol. Stickstoff mit 2 Vol. Sauerstoff das erstickende Salpetergas (Stickstoffoxydgas) und dieses mit dem Sauerstoff der atmosph. Luft rothes salpetrigsaures Gas. 2 Vol. Stickstoff mit 3 Vol. Sauerstoff erzeugen die salpetrichte Säure; 2 Vol. Stickstoff und 5 Vol. Sauerstoff die Salpetersäure.

4) Kohlenstoff. (Carbone.) Ist brennbar, geschmack- und geruchlos, unschmelzbar, unauflöslich in Wasser, Weingeist, Oelen, und wiedersteht selbst den stärksten Säuren. Bildet in ganz reinem Zustande den Diamant; bei der Stahlbereitung nach Macintosh's Methode soll er sich auch in Gestalt feiner, metallglänzender Haare absetzen. In den Steinkohlen ist er mit viel Bitumen, in den Holzkohlen mit Wasserstoffgas, Alkalien und Erden, in der thierischen Kohle nächst diesen auch mit Phosphor und Schwefel verbunden. Die Kohle ist bei abgehaltener Luft auch in der stärksten Hitze unschmelzbar und feuerbeständig, und wird dabei schwerer und härter.

Die gewöhnliche Kohle absorbirt alle Gasarten; frisch gebrannt und gepulvert nimmt sie aus Flüßigkeiten die fremdartigen Bestandtheile an sich. $57/_{1}$ Kohlenstoff geben mit $42/_{9}$ Sauerstoff Kohlenoxydgas; $27/_{27}$ Kohlenstoff mit $72/_{73}$ Sauerstoffgas kohlensaures Gas. Dieses ist $1/_{524}$ mal schwerer als atmosphärische Luft, und läßt sich bei 0° Temperatur und 36 Atmosph. Druck zu farbloser Flüßigkeit verdichten. 2 Vol. kohlensaures Gas geben mit 1 Vol. Stickgas Cyan; Cyangas mit $3/_{65}$ Prozent Wasserstoffgas erzeugt die Blausäure. — Der Kohlenstoff ist ein Hauptbestandtheil der organischen, vorzüglich vegetabilischen Körper; im Mineralreich bildet vorzüglich er den Graphit, die Kohlenblende 2c.

5) Silicium, Kieselstoff, erscheint als ein fester, glanzloser, dunkelbrauner, unschmelzbarer, stark abfärbender Körper, sehr ähnlich dem Bor. Frisch bereitet und im Sauerstoffgas gelinde erhitzt, verbrennt er und giebt die Kieselsäure, sonst Kieselerde genannt. Diese besteht nach Berzelius aus $48/_{02}$ Silicium, und $51/_{98}$ Sauerstoffgas, ist weich, fühlt sich rauh an und wiegt $2/_{66}$. — Mit kohlensaurem Kali glühend gemacht, verpufft der Kieselstoff. Er brennt auch in Chlorgas und stark erhitzt in Schwefeldunst. Die (ungemein verbreitete) Kieselsäure bildet mit Alkalien das Glas, mit Kalk den Mörtel, mit Thonerde gebrannt die irdenen Gefäße.

6) Aluminium, Thonerdemetall. Zeigt sich als graues Pulver, das durch den Polirstahl zinnweiß, metallisch glänzend wird. Stark geglüht verbrennt es mit heller Flamme, und es verbinden sich hiebei $52/_{94}$ Theile mit $47/_{06}$ Sauerstoffgas zur weißen fettigen Thonerde; diese bildet mit Wasser einen knetbaren Teig, beim Trocknen mit 35 Proz. Wasser ein durchscheinendes Hydrat, verbindet sich mit dem Kali, Natron und den meisten Erden, und wird mit salpetersaurem Kobalt befeuchtet durchs Glühen zu schön blauem Pulver. Für sich geglüht wird sie hart, in Wasser ist sie nicht, in Säuren ziemlich schwer auflöslich. Sie ist sehr verbreitet über die Erde und findet sich am reinsten im Saphir und Rubin.

7) Zirkonium oder Hyazinthium erscheint als eisenschwarzes Pulver, welches nach dem Druck des Polirstahls schwach metallisch glänzende Schuppen darstellt. $73^2/_3$ Proz. Zirkonium verbinden sich mit $26^1/_3$ Proz. Sauerstoff zur Zirkonerde, die sich vorzüglich im Hyazinth findet, und getrocknet und geglüht ein körniges rauhes, $4/_3$ wiegendes, im Wasser unauflösliches, unschmelzbares Pulver darstellt.

8) Beryllium erscheint als strengflüßiges graues Pulver, mit dem Polirstahl gestrichen schwach glänzend. $68/_{87}$ desselben verbinden sich mit $31/_{13}$ Sauerstoff zu der im Beryll und Smaragd von Vauquelin entdeckten Beryllerde, welche weiß, unschmelzbar,

$^2/_{967}$ schwer ist, stark an der Zunge klebt, und sich in Alkalien auflöst.

9) Yttrium, (als Yttererde von Gadolin im Gadolinit entdeckt, und auch im Orthit, Pyrorthit, Yttrotantalit vorkommend) stellt schwarze metallisch glänzende Schuppen dar, welche in verdünnten Säuren auflösbar sind, und bei der Glühhitze mit heller Flamme verbrennen. Die Erde ist weißlich, unschmelzbar, in ätzenden Alkalien unauflöslich, wiegt $^4/_{842}$ und giebt mit Schwefelsäure violette Krystalle.

10) Thorium ist eisenschwarz, metallglänzend, wird vom Wasser nicht oxydirt, verbrennt an der Luft erhitzt, mit heller Flamme zur Erde, in welcher $^{88}/_{17}$ Proz. Metall mit $^{11}/_{83}$ Sauerstoff verbunden sind. Berzelius entdeckte die Thorinerde im Thorit, Wöhler im Pyrochlor.

11) Stearinium, Magnesium, Talkerdemetall, ist bleigrau, wenig glänzend, und verbindet sich in $^{61}/_{29}$ mit $^{38}/_{71}$ Sauerstoff zur Talkerde; dann mit $^{30}/_{32}$ Proz. Wasser zum Hydrat. Die reine Talkerde ist ein weißes Pulver, $^2/_3$ mal schwerer als Wasser, für sich im Windofen unschmelzbar, in $^{51}/_{42}$ Theilen kalten Wassers auflöslich, in Aetzkalien unauflösbar. Sie giebt den Talkfossilien ihre fettige Beschaffenheit.

12) Kalcium, Kalkerdemetall, ist silberweiß, entflammt sich sogleich der Luft ausgesetzt, und giebt zu $^{71}/_{93}$ Proz. mit $^{28}/_{07}$ Sauerstoff die ätzende $^2/_3$ wiegende Kalkerde, welche mit größter Heftigkeit unter einer Hitzeentwicklung bis 240° R. das Wasser anzieht, und hiebei ein Hydrat bildet, welches 24 Proz. Wasser enthält. Diese Erde ist eine der allerverbreitetsten auf der Erdoberfläche und in der Thierwelt; die Gebirge, welche ihre Mineralien bilden, erheben sich über die Wolken.

13) Baryum, ist fast silberweiß, wenigstens zweimal schwerer als Wasser, ein wenig dehnbar, oxydirt sich im Wasser heftig, und entbindet dabei Wasserstoffgas, überzieht sich an der Luft mit einer Haut von Baryterde, schmilzt noch vor dem Glühen. $^{89}/_{59}$ Baryum geben mit $^{10}/_{44}$ Sauerstoff die Baryt- oder Schwererde, welche hauptsächlich die Schwerspath-Mineralien bildet. Sie ist schmutzig grünlich, 4 mal schwerer als Wasser, welches sie ungemein heftig anzieht, und äußert unter allen Stoffen die größte Anziehung zur Schwefelsäure. Das Hydrat, und jede andere auflösliche Barytverbindung ist giftig. Mit Kieselerde schmilzt der Schwerspath zu einem Glas von starker Strahlenbrechung.

14) Strontium. $^{84}/_6$ Proz. dieses dunkelgrauen, dehnbaren, schwer schmelzbaren Metalls bilden mit $^{15}/_4$ Proz. Oxygen die dem Strontiangeschlecht zu Grunde liegende alkalische Erde,

welche der Baryterde ähnlich ist, aber die Weingeistflamme purpurn färbt, und deren Verbindungen nicht giftig sind.

15) **Kalium**, ist zinnweiß, unter 0° R. fest, spröde, krystallinisch, bei 10° Wärme geschmeidig, auf dem Striche stark silberglänzend, bei 15° weich; es schmilzt bei 55°, verwandelt sich in der Rothglühhitze in grüne Dämpfe, und wiegt bei 15° Wärme $0_{/865}$. 81 Prz. verbinden sich mit 19 Oxygen zum Oxyd, welches das Wasser so gierig anzieht, daß es sich hiebei bis zum Glühen erhitzt, und ein Hydrat bildet, welches das gewöhnliche Aetzkali ist, das aus 84 Proz. Kaliumoxyd und 16 Proz. Wasser besteht, weiß, spröde, $2_{/1}$ mal schwerer als Wasser ist. Es zerstört thierische Stoffe, und verbindet sich mit Phosphor erwärmt, unter Glühen mit selbem; mit Schwefel verbindet es sich zur Schwefelleber; außer andern Erden vorzüglich mit der Kieselerde, welche hiebei die Rolle einer Säure spielt, — in mehrern Proportionen zur Kieselfeuchtigkeit, und mit Beisatz von Salpeter, Borax, Braunstein ꝛc. zu den verschiedenen Arten unseres **Glases**. In der Natur ist das Kalium gewöhnlich so fest mit Sauerstoff und Wasser zum Kali oder Pflanzenlaugensalz, einem Oxydhydrat verbunden, daß man es als solches für einen Grundstoff hielt, bis Davy 1807 das Metall am negativen Pol einer starken Voltaischen Säule für sich darstellte.

16) **Natrium** ist silberweiß, metallglänzend, $0_{/931}$ schwer, bei 0°—15° R. bleiartig, geschmeidig, etwas dehnbar; bei 40° R. wird es weich, bei 72° R. vollkommen flüßig; bei der Glühhitze entzündet es sich. Selbst im trockenen Sauerstoffgas oxydirt es sich bei gewöhnlicher Temperatur nicht; mit Wasser oxydirt es sich heftig, ohne sich zu entzünden; auf concentrirter Schwefelsäure mit Wasser benetzt verbrennt es. Mit Quecksilber bildet es unter Lichtentwicklung ein Amalgam. $74_{/4}$ Proz. verbinden sich mit $25_{/6}$ Sauerst. zum Oxyd, dem **Natron**, welches mit Kieselerde, Thonerde und Schwefel verbunden das Ultramarin giebt. — Das Natron findet sich in vielen, besonders erdigen Mineralien, so im Sodalith, Natrolith, Analzim, elektrischen Schörl, und bildet mit dem Chlor das **Kochsalz**. $77_{/7}$ Natron und $22_{/3}$ Wasser geben das ätzende Mineralalkali, ein Hydrat das man am leichtesten aus der Asche mancher Seegewächse der Sippen Salsola, Salicornia etc. gewinnt. Das Natron wird leicht vom Pflanzenlaugensalz unterschieden, da es nicht, wie dieses, in Wasser aufgelöst durch Uebersättigung mit Weinsteinsäure einen weißen Niederschlag, Cremor Tartari giebt. Auch das Natron giebt mit Kieselsäure Glas, und hat dieselben Verhältnisse zu den Erden, Schwefel, Phosphor und Wasser.

17) **Lithion**, von Arfvedson und Berzelius entdeckt, ist silberweiß, leichter als Wasser, und findet sich im Turmalin,

Lepidolith, Spodumen, Amblygonit, Petalit und mehreren Mineralwässern. 45 Proz. geben mit 55 Sauerst. ein Kali, dessen Hydrat weiß, krystallinisch und stark ätzend ist. Mit Kohle und Phosphor bildet es schwer auflösliche, mit Salzsäure ein leicht auflösliches Salz.

18) **Jod** erscheint in schwarzgrauen, metallisch glänzenden Schuppen oder Blättchen, manchmal in Rhombenoktaedern, wiegt 4,948, schmilzt bei 82° R., verwandelt sich bei 240° R. in einen violblauen Dampf (daher der Name, ἰωειδής, Veilchenblau), der 8,7 mal schwerer ist, als die Luft, und beim Erkalten krystallisirt. Es löst sich in 7000 Theilen Wasser auf, und giebt mit Kohlenstoff eine gelbe, glänzende, safranartig riechende Masse. In der Natur findet es sich mit Silber und Kadmium verbunden, außerdem in Seepflanzen und Seethieren, dem Julus foetidissimus, manchen Soolen- und Mineralwässern. Größere Gaben des Jod wirken als Gift, kleinere gegen den Kropf. Eine Auflösung des Jods färbt das Amylon in andern Auflösungen blau.

19) **Brom** erscheint nur bei 16° R. Kälte als feste, bleigraue, metallisch glänzende Masse von krystallinischer Struktur, bei gewöhnlicher Temperatur als tropfbare, bräunlichrothe Flüßigkeit, 2,966 schwer, welche an der Luft unter sehr widerlichem Geruche (βρῶμος, Gestank) verdunstet, aber unter Schwefelsäure aufbewahrt werden kann. Bei + 40° R. siedet sie, und verwandelt sich in rothe Dämpfe. Das Brom verbindet sich bei 0° mit wenig Wasser zu einem Hydrat, das in rothen Oktaedern krystallisirt. Dieser Stoff findet sich in geringer Menge mit Kochsalz verbunden im Meerwasser, manchen Seethieren und Meerpflanzen, und mit Jod in einigen Zinkerzen. Das Brom zerstört und bleicht organische Substanzen, seine Dämpfe zersetzen die Miasmen, der Phosphor entzündet sich mit ihm unter Funkensprühen; seine Tinktur wirkt als Gegengift gegen das Strychnin.

20) **Chlor**, Salzgas, erscheint ganz rein nur als Gas, mit Natronmetall das **Kochsalz** bildend, ist durchsichtig, gelblichgrün, 2,47 mal schwerer als die atmosph. Luft, tödtet für sich eingeathmet schnell, und erregt in größerer Menge der athmosph. Luft beigemischt, Entzündung der Luftwege. In einem Glascylinder zusammengedrückt entwickelt es Licht, wie das Sauerstoffgas, und wird bis ⅕ oder ¼ seines Volums zusammengedrückt, zur tropfbaren Flüßigkeit, die auch bei der strengsten Kälte nicht gefriert. Im Gase entzünden sich bei gewöhnlicher Temperatur viele Körper von selbst, und verbrennen; so Metalle, namentlich Antimon und Arsenik, ätherische Oele; während Quecksilber, Tantal, Titan, Phosphor bei Erhitzung mit ihm verbrennen. Ein Volumen Wasserstoffgas mit einem Vol. Chlor vermengt, bleibt als Gemeng

im Dunkeln mehrere Tage unverändert; am Tageslichte vereint es sich unter Beibehaltung seines Volumens zur Hydrochlorsäure; im Sonnenlicht, blauen Strahl des Spektrums, oder bei 200° Wärme bildet sich unter heftiger Explosion Salzsäure. Streicht Chlorgas über eine Ammoniumlösung, so erzeugt sich Chlorstickstoff, (bestehend aus 91 Chlor und 9 Stickst.) der einem gelben Oele gleicht, $1/_{653}$ wiegt, und bei geringer Wärme und Berührung mit Phosphor mit gewaltsamer Explosion zersetzt wird. Das Chlorhydrat besteht aus $27/_{7}$ Chlor, und $72/_{3}$ Wasser, und krystallisirt in Nadeln und Rhombenoktaedern. 2 Vol. Chlorgas mit fast gefrierendem Wasser gemengt, geben das gelblichgrüne, nach Chlor riechende Bleichwasser, das alle organischen Farben zerstört, und selbst das Gold auflöst, sich aber am Licht in Salzsäure und (entweichendes) Sauerstoffgas zersetzt. 100 Maßtheile Chlorgas verbinden sich unter Wärmeentwicklung mit einem Pfund trockenen Kalkhydrats. Dieß ist der in Spitälern und beim Bleichen gebrauchte Chlorkalk, der an der Luft Kohlensäure und Wasser anzieht, wobei, gleichwie bei Zusatz von Säuren das die Miasmen und fauligen Stoffe zerstörende Chlorgas frei wird. 2 Vol. Chlor mit 1 Vol. Oxygen bilden Chloroxyd, 2 mit 3 chlorige Säure, 2 mit 5 Chlorsäure, 2 mit 7 oxydirte Chlorsäure.

21) Fluor, die Basis der Flußsäure, ist noch nicht abgesondert dargestellt. Die Flußsäure löst die meisten Metalle, die Kieselerde und organischen Körper auf, und kann daher nur in Gefäßen von Platina oder Silber bewahrt werden.

22) Boron, ist ein grünlichbräunliches, geruchloses, unschmelzbares Pulver. Vor dem Glühen verglimmt es, im Sauerstoffgas verbrennt es mit grünlicher Flamme; nach dem Glühen ist es schwerer als concentrirte Schwefelsäure. Es ist die brennbare Basis der Boraxsäure.

23) Phosphor ist gelblichweiß, durchscheinend, fettigglänzend, bei unserer mittlern Temperatur biegsam wie Wachs; riecht nach Knoblauch und wiegt $1/_{770}$. Er kommt in vielen Mineralien als Säure, und in den organischen Körpern oxydirt und nicht oxydirt häufig vor. Aus der Lösung in Schwefelkohle und Naphtha krystallisirt er in regulären Dodekaedern, schmilzt bei ausgeschlossenem Sauerstoffgas bei + 35° R., siedet und verdampft bei + 290° R. An der Luft entwickelt er weiße Dämpfe, leuchtet schon einige Grade unter 0°, entzündet sich bei + 30° an freier Luft, und verbrennt mit heller Flamme. Im reinen Sauerstoffgas entzündet giebt er unerträglich helles Licht. Am Sonnenlicht wird er in den meisten Gasarten und in Flüßigkeiten roth; im Ammoniakgas schwarz. $72/_{7}$ Ph. mit $27/_{3}$ Sauerstoffgas geben

unterphosphorige, $57/_{14}$ mit $42/_{86}$ phosphorige, $44/_{44}$ mit $55/_{56}$ Phosphorsäure.

24) **Schwefel** ist grünlichgelb, findet sich häufig rein in der Natur, knistert beim Erwärmen in der Hand, schmilzt bei 80° R. zu bräunlicher, durchsichtiger Flüßigkeit, bildet bei 115° R. eine braunrothe elastische Masse, siedet bei 195° R. $66/_{67}$ Schw. mit $33/_{33}$ Sauerst. geben unterschweflige Säure, 50 mit 50 schweflige, $44/_{44}$ mit $55/_{56}$ Unterschwefelsäure, 40 mit 60 Schwefelsäure oder Vitriolöl. Der Schwefel verbindet sich beim Schmelzen mit den meisten Metallen unter starken Lichterscheinungen, in einem doppelt so großen Atomengewicht, als der Sauerstoff. Mit Wasserstoffgas bildet er das hydrothionsaure Gas, das sich wie eine Säure verhält.

25) **Selen** ist fest, rothbraun, metallglänzend, im Bruch muschlig, bleigrau, wiegt $4/_{32}$, ist halbhart, spröde, sehr leicht zersprengbar, leitet weder Wärme noch Elektrizität. Bei 80° R. wird es weich, bei höherer Temperatur schmilzt es und läßt sich in rothe Fäden ziehen. An freier Luft erhitzt und sublimirt es sich als rothes oxydisches Pulver, wobei Rettiggeruch entwickelt wird. In fetten Oelen und geschmolzenem Wachs löst es sich gleich dem Schwefel auf. An der Flamme oxydirt es sich mit blauer Lichterscheinung, im Sauerstoffgas verbrennt es zur Selensäure, in welcher $28/_{73}$ Oxygen mit $71/_{27}$ Metall verbunden sind, mit den vollkommenern Metallen verbindet es sich unter Lichterscheinung. Das Seelenwasserstoffgas gleicht im Geruch dem Hydrothionsauren, ist aber viel vehementer. Berzelius hält das Selen für ein Mittelglied zwischen dem Schwefel und dem Tellur, sonach zwischen den Metallen und brennbaren Körpern, gleich dem Arsenik. Es findet sich als Bestandtheil in den Tellurerzen aus Siebenbürgen, einigen Schwefelkiesen und im vulkanischen Schwefel.

26) **Arsenik.** Seine Farbe ist zwischen stahl- und bleigrau, sein ziemlich starker Glanz verdunkelt sich an der Luft, der Bruch ist blättrig, weich, sehr spröde, er wiegt $5/_{959}$ und riecht beim Glühen wie Phosphor oder Knoblauch. Bei 144° R. verflüchtigt er sich, ohne zu schmelzen, bei höherem Luftdruck schmilzt er und läßt sich gießen. Mit $24/_{2}$ Proz. Sauerstoff bildet er die arsenigte Säure (den sehr giftigen weißen Arsenik), mit $34/_{7}$ Proz. S. die eigentliche noch giftigere Arseniksäure. $89/_{76}$ Th. A. und $10/_{24}$ Wasserstoffgas erzeugen das sehr giftige Arsenik-Wasserstoffgas, 70 A. und 30 Schwefel das gelbe, 61 A. und 39 Schwefel das rothe Rauschgelb. Andere Metalle macht der A. spröder und leichter schmelzbar. Kali und Schwefelkali sind Gegengifte gegen die Arsenik-Sauerstoffverbindungen, welche sie neutralisiren.

27) **Chrom** ist licht stahlgrau, wenig glänzend, von fasrigem

Bruch, sehr spröde, wird schwach vom Magnet gezogen, und wiegt $5/_9$. Bei starker Erhitzung oxydirt es sich mit lilafarbenem, nach dem Erkalten grünen Beschlag. Nur Fluorwasserstoffsäure löst es auf. 70 Chrom geben mit 30 Sauerstoff das grüne den Smaragd färbende, auch in der Porzellanmalerei benutzte Oxydul; 54 Ch. und 46 S. die rothe (giftige) Chromsäure, die dem Spinell und rothem Bleierz ihre Farbe, und mit Salzbasen meist gelbe oder rothe Salze giebt. Chromsäure mit Bleioxyd giebt eine schöne gelbe Malerfarbe. Das Chrom nimmt 46 Proz. Schwefel oder Phosphor auf.

28) Molybdän ist silberweiß, von dichtem Bruch, etwas hämmerbar, wiegt $8/_6$, ist schwer schmelzbar, an der Luft ziemlich unveränderlich. Mit 25 Proz. Sauerstoffgas bildet es beim Glühen das Oxyd, mit $33/_{38}$ S. die Säure, mit 40 Proz. Schwefel das gewöhnliche Wasserblei.

29) Antimon, Spießglanz, findet sich in der Natur auch regulinisch, ist zinnweiß, spröde, sehr leicht zersprengbar, auf dem Bruche strahlig, blättrig, krystallisirt in Oktaedern; wiegt $6/_{723}$, zeigt beim Reiben besondern Geruch, schmilzt bei 410° R., siedet und verbrennt in der Rothglühhitze, und verdampft in der Weißglühhitze. $84/_{31}$ A. mit $15/_{69}$ Sauerstoff geben ein graulich weißes Oxyd, $80/_{13}$ A. und $19/_{87}$ S. die antimonige Säure, $76/_{34}$ A. mit $23/_{66}$ die Antimonsäure. Butyrum Antimonii ist eine Verbindung des A. mit Chlor. Das gewöhnliche Schwefelspießglanzerz besteht aus 72,88 A. und $27/_{12}$ Schw., und giebt mit Kali behandelt den Kermes, mit Säuren den Goldschwefel. Noch jetzt sind mehrere salzige und schweflige Verbindungen des A. offizinell. Der Brechweinstein ist weinsaures Spiesglanzoxydulkali.

30) Tantal ist schwarz, ungemein strengflüßig, hart, findet sich im Tantalit, Yttrotantalit und Fergusonit. $88/_{46}$ T. bilden mit $11/_{54}$ Sauerst. die weiße, nur als Hydrat und hier nur in Flußsäure und Sauerkleesalz lösliche, feuerbeständige Tantalsäure. Das Tantal nimmt vom Schwefel $20/_{69}$ Proz. auf.

31) Titan ist kupferroth, sehr spröde, härter als Quarz, im Essenfeuer unschmelzbar, wiegt $5/_3$. Das Oxydul ist roth, das Oxyd oder die Säure ist weiß, wird beim Erhitzen gelb, löst sich wie der Quarz in Flußsäure auf, und besteht aus 66 T. und 34 Sauerst. $49/_{17}$ T. und $50/_{83}$ Schwefel geben das Schwefeltitan. Das T. findet sich im Rutil, Anatas, in vulkanischen Eisenstufen und Eisenschlacken der Hochöfen: hier in kleinen Hexaedern.

32) Wolfram erscheint eisenschwarz, metallglänzend, von blättrigem Bruche; er ist spröde, hart wie Quarz, wiegt $17\frac{1}{2}$, ist leicht zu reduziren, aber außerordentlich schwer zu schmelzen, an der Luft unveränderlich, verbrennt beim Glühen wie Zunder.

$85/_{54}$ W. geben mit $14/_{46}$ das Oxyd; dieses mit $12/_{4}$ Proz. Natron eine goldgelbe, in Würfeln krystallisirende, dem Golde sehr ähnliche Substanz, die aber nur von Fluorwasserstoffsäure aufgelöst wird. $79/_{77}$ W. und $20/_{23}$ Sauerstoff geben die Scheelsäure. In der Natur kommt der W. mit dem Zinn vor.

33) W i s m u t h ist zinnweiß, schwach ins Röthliche spielend, stark glänzend, spröde, leicht zersprengbar, im Gefüge blättrig, krystallinisch; er krystallisirt gerne beim Erkalten in Oktaedern, wiegt $9/_{8}$, schmilzt bei 191° R. und verbrennt bei der Weißglühhitze. $89/_{87}$ W. geben mit $10/_{13}$ Oxygen das Oxyd, den Wismuthocker; mit dem Schwefel verbindet er sich im Verhältniß von $81/_{5}$ zu $18/_{5}$. Sein Amalgam mit Merkur wird zum innern Ueberzug gläserner Gefäße gebraucht; der salpetersaure W. dient zur weißen Farbe und als Arznei. Seinen Namen (Wichmat, Weichmach) hat er von seiner Eigenschaft, andern Metallen beigemischt diese bald in Fluß zu bringen.

34) C e r i u m, ein dunkelbleigraues, wenig glänzendes Metall, härter als Gußeisen, nur im Königswasser (1 Th. Salpetersäure, 2—3 Th. Salzsäure) löslich; bei höherer Temperatur flüchtig. Starke Batterieen reduziren es aus Auflösungen in Säuren, wobei es verbrennt. Der Cerit besteht aus $85/_{18}$ C. und $14/_{82}$ Oxygen; außerdem verbindet es sich mit Sauerstoff im Verhältniß von $79/_{3}$ zu $20/_{7}$, mit Schwefel zu 74 mit 26. Seine Salze sind süß. Es kommt auch im Gadolinit, Orthit u. A. vor.

35) U r a n ist eisenschwarz, wenig glänzend, ungemein schwer schmelzbar, 9 schwer. Mit Schwefel verbindet es sich sehr schwer; mit Sauerstoff zu $96/_{44}$ und $3/_{56}$; ferner zu $94/_{73}$ und $5/_{27}$ zu gelbem Oxyd.

36) T e l l u r o d e r S y l v a n ist zinnweiß, stark glänzend, spröde, leicht zersprengbar, von blätterigem Bruch, wiegt $6/_{115}$, schmilzt bei 300° R. und verdampft bei höhern Graden. Es verbindet sich mit dem Sauerstoff im Verhältniß wie 80 zu 20, mit Wasserstoffgas wie 97 zu 3, und findet sich als Begleiter des Goldes, vorzüglich in Chemnitz und Siebenbürgen.

37) B l e i, ein allbekanntes, lichtgraues, stark glänzendes, sehr weiches Metall; ohne Klang, beim Reiben eigenthümlich riechend, $11/_{352}$ schwer. Es schmilzt bei 257° R., kocht und verdampft in der Weißglühhitze. 93 Blei und 7 Sauerst. geben das Bleigelb oder Maßikot; 90 Blei und 10 Sauerstoffgas das rothe Oxyd oder die Mennige; $86/_{66}$ Bl. und $13/_{33}$ S. das braune Bleioxyd; $86/_{66}$ Bl. und $13/_{33}$ Schwefel den Bleiglanz. Auch mit Kohlen-, Phosphor- und Schwefelsäure geht es mannigfache Verbindungen ein. Die Bleioxyde sind theils Farben, theils äußere Heilmittel; innerlich genommen wirken sie als Gifte. Die große

Geschmeidigkeit und bedeutende Schwere macht dieses Metall für viele ökonomische Zwecke brauchbar.

38) Vanadium glänzt wenig, bildet mit dem Oxygen ein Oxyd und eine als rothes schmelzbares Pulver erscheinende Säure. Kommt in einem weichen Eisenerze aus Schweden und einem bleihaltigen Mineral aus Mexiko vor.

39) Zinn ist weiß, stark glänzend, wiegt $7/_{291}$, schmilzt bei 182° R., siedet erst in der Weißglühhitze, verbrennt bei noch stärkerer mit weißer Flamme, und bildet zu $78/_{67}$ mit $21/_{33}$ Oxygen ein in der Natur vorkommendes Oxyd, den Zinnstein. Das künstliche Oxyd, die Zinnasche, ist lichtgelb, wird durchs Glühen orange. $78/_{67}$ Zinn verbinden sich mit $21/_{33}$ Schwefel zum Zinnkies; $64/_{84}$ Zinn mit $35/_{16}$ zum Musivgold, (falschem Malergold). Das salzsaure Zinnoxydul entzieht den berührten Substanzen ihren Sauerstoff und wird deßhalb in Färbereien, Kattundruckereien ꝛc. mannigfach angewendet. Das Zinn läßt sich nicht zu Draht ziehen, aber leicht zu dünnen Blättchen (Silberfolie) walzen. Es verbindet sich mit vielen Metallen, und vermindert deren Dehnbarkeit. 9 Proz. Zinn mit 91 Proz. Kupfer geben das Stückgut, 25 Proz. Zinn mit 75 Kupfer das Glockenmetall, 1 Theil Zinn mit 2 Theilen Blei das gemeine Schnellloth der Spängler.

40) Zink ist bläulichweiß, metallglänzend, auf dem Bruche strahlig blättrig, wiegt $7/_{1}$. Bei 90—150° R. läßt er sich walzen und zu Draht ziehen, bei 250° Wärme wird er wieder so spröde, daß er sich pulverisiren läßt. Er schmilzt bei 274° R. In der Glühhitze verflüchtigt er sich in verschlossenen Gefäßen, und verbrennt beim Zutritt der Luft mit hellgrüner Farbe. Er oxydirt sich schon an der feuchten Luft und gewöhnlicher Temperatur; stärker beim Erwärmen im Wasser und den meisten wasserhaltigen Säuren. Das Oxyd, die Zinkblüthe, entsteht beim Verbrennen des Metalls und besteht aus 4 Th. Metall und 1 Sauerst. Mit Schwefel verbindet sich der glühende Zink unter Detonation. 2 Th. Z. mit 1 Th. Schwefel geben den Schwefelzink, die Blende. Die Zinksalze zerfließen leicht an der Luft. Der Zink verbindet sich in verschiedenen Verhältnissen mit dem Kupfer zu Messing, und zu Mosaikgold; so wie mit andern Metallen zu Kompositionen und Amalgam. Da er gegen fast alle Metalle + elektrisch ist, so wendet man ihn häufig zum Bau der Volta'schen Säulen an.

41) Kadmium ist zinnweiß, stark glänzend, kaum härter als Gyps, gemein biegsam und sehr dehnbar. Es wiegt $8/_{6}$ und schmilzt unter der Rothglühhitze. Bei gewöhnlicher Temperatur oxydirt es sich kaum, bei starker Hitze verbrennt es und bildet im Verhältniß von $87/_{5}$ mit $12/_{5}$ Oxygen ein Oxyd; mit dem Schwefel vereint es sich im Zusammenschmelzen zu 78 mit 22, und giebt

eine goldgelbe Farbe. Es findet sich in geringer Menge in der Galmei und Blende.

42) Mangan ist graulichweiß, wenig glänzend, spröde, leicht zersprengbar, weich, $8_{/013}$ schwer; schmilzt erst bei 160° Wedgewood (9680° R.), wird durch einen kleinen Zusatz von Eisen magnetisch. 78 M. geben mit 22 Sauerst. das Oxydul, $70_{/34}$ mit $29_{/66}$ das Oxyd, 64 mit 36 das Superoxyd, oder das häufig in der Natur sich findende Graubraunsteinerz; $58_{/73}$ mit $41_{/27}$ die Mangansäure. Im Wasser bildet das M. ein Oxyd-Oxydul-Hydrat, wobei Wasserstoffgas frei wird. 64 M. geben mit 36 Schwefel den Manganglanz. Das M. verbindet sich auch mit Kohle, Eisen, das es zur Stahlbereitung tauglicher macht, Gold, Silber, Kupfer und Zinn. Das Graubraunsteinerz benützt man zur Bereitung von Oelfarbe, zu Schwarz- und Violettdruck auf Fayence, zum Färben rother und blauer Glasflüsse; auch zum Entfärben der Gläser und Gewinnen des Sauerstoffgases. — Da das M. sich außerordentlich leicht mit dem Sauerstoff der feuchten Luft verbindet, kann man es nur unter Steinöl oder in zugeschmolzenen Glasröhren aufbewahren.

43) Eisen ist in ganz reinem Zustande fast silberweiß, von muschligem Bruch, weicher als Stabeisen; das natürlich gediegene erreicht die Härte des Feldspaths. Es wiegt $7_{/788}$, schmilzt bei 158° W. oder 9564° R., wird aber schon beim Roth- und Weißglühen weich und schweißbar. Es ist so zäh, daß ein Drath von ⅓''' Dicke und 2' Länge 39 Pfd. trägt. Rein und oxydulirt wird es unter allen Metallen am leichtesten magnetisch. Beim Rosten des E. an feuchter Luft oder Berührung durch Luft und Wasser bildet sich oft Ammonium. 77⅐ Proz. geben mit 22⁶⁄₇ Sauerst. das Oxydul, den Magneteisenstein, der den Magnet anzieht und selbst magnetisch ist. Das Eisenoxydul für sich allein reduzirt sich auch im heftigsten Feuer nicht. Das nicht magnetische Oxyd enthält $69_{/23}$ Eisen mit $30_{/77}$ Oxygen und bildet den Eisenglanz, Rotheisenstein u. a. Erze. Beim Verbrennen des Eisens, beim Funkenschlagen am Stahl, als Hammerschlag ꝛc. entsteht Oxyd-Oxydul. Die Eisenerze müssen zur Erhaltung reinen Eisens gewöhnlich mehrmal geschmolzen und dann unter den Hammer gebracht werden, wodurch das Stabeisen entsteht. Das E. verbindet sich mit dem Schwefel sehr gerne unter Lichtentwicklung, als angefeuchtetes Pulver schon bei gewöhnlicher Temperatur; innig zu Schwefeleisen beim Erhitzen und Schmelzen, und zwar in 5 Verhältnissen, die zwischen $93_{/1}$ E. und $6_{/9}$ Schw. und $45_{/74}$ E. und $54_{/26}$ Schw. liegen, wovon die letztere der Schwefelkies ist. 77 E. und 23 Phosphor bilden ein eisenschwarzes, metallglänzendes, sprödes Erz. Mit der Kohle verbindet sich das E. unter verschiedenen Verhältnissen; das schwarze Roheisen enthält über 6

Proz. derselben, das graue 5, das weiße Gußeisen 4, der gewöhnliche Gußstahl 1, der geschmeidige Gußstahl $\frac{1}{5}$ Proz. Der Stahl entsteht durch schnelles Abkühlen, durch Zusatz von Mangan, kohlensaurem Kalk und Thonerde zum glühenden Eisen; der indische Wootzstahl besteht aus E. und Aluminium. Zusätze von Rhodium, Silber, Chrom, Arsenik vermehren die Härte des Stahls. Mit Kupfer verbindet sich das E. schwer, mit Zinn leicht, worauf die Blechbereitung beruht. Das Eisenoxydhydrat (Sumpferz, Bohnerz, Eisenocker, Brauneisenstein) entsteht durch langsame Oxydation in Wasser, und enthält $14/_7$ und mehr Proz. Wasser. Das schwefelsaure Eisen bildet den grünen Eisenvitriol. Mehrere Verbindungen des E. sind offizinell. Das Eisen nebst dem Mangan, Kadmium, Zink und Zinn zieht nicht blos das Oxygen bei sehr hoher Temperatur aus der Luft an, sondern zersetzt auch das Wasser.

44) **Kobalt** ist im regulinischen Zustand grau, etwas ins Rothe spielend, $8/_{538}$ schwer, schmilzt bei 130 W. (7792° R.) ist spröde, feuerbeständig, von der Härte des Apatits, und wird vom Magnet schwächer als das Eisen gezogen. $78/_{68}$ K. geben mit $21/_{32}$ Oxygen das Oxyd; 71 K. mit 29 O. das Superoxyd, den schwarzen Erdkobalt; ein höherer Oxydationsgrad die Kobaltsäure. Das durchs Glühen bei Luftzutritt entstehende, wie das aus der Auflösung in Säuren durch Aetzkali niedergeschlagene Oxyd ist blau, und dient zum Färben der Glasflüsse. Die Verbindung der Talk- und Kobalterde ist ebenfalls blau; auch die mit der Thonerde giebt ein sehr schönes Blau. K. verbindet sich mit Schwefel im Verhältniß von $64/_{64}$ zu $35/_{36}$ und $47/_{84}$ zu $52/_{16}$; außerdem mit verschiedenen andern Metallen. Der schwefelsaure K. ist roth, der salpetersaure und salzsaure karmoisin, erhitzt blau. — In der Natur kommt dieses Metall immer in Verbindung mit Arsenik und Schwefel als Glanzkobalt, oder Arsenik und Eisen als Speiskobalt vor.

45) **Kupfer** ist gelblich roth, $8/_6$—$8/_9$ schwer, schmilzt bei 27° W. oder beinahe 2000° R. Bei höherer Wärme kocht und verspritzt es; bei langsamem Erkalten krystallisirt es in zum rhomboedrischen Systeme gehörigen Formen, aus Säurenauflösungen durch Eisen niedergeschlagen in Würfeln. Es ist hart wie Kalkspath, sehr zäh, so daß ein $\frac{1}{13}$'' dicker Drath erst durch mehr als 300 Pfd. Gewicht zerriß, und sehr elastisch, daher laut tönend. Gerieben entwickelt es eigenthümlichen Geruch, die Flamme färbt es grün, das Wasser zersetzt es nicht, bildet aber an der Luft in Berührung mit selbem ein kohlensaures Oxyd-Hydrat, den Grünspan. Bei geringer Hitze verbindet es sich mit dem Sauerstoff, ohne sich zu entflammen, giebt daher am Feuerstein keine Funken; bei hellerer brennt es mit heller grüner Farbe. Wasserstoffgas

und Kohle reduziren es leicht aus seinen Oxyden. Bei gelindem Glühen erzeugt sich an seiner Oberfläche eine rothe Rinde, das Oxydul, bestehend aus 8 K. und 1 Sauerst., und eine schwarze Rinde, das Oxyd, bestehend aus 4 K. und 1 S. Letzteres färbt Oele, Wachs, Glasflüße grün. Sein Hydrat ist blau, schwärzt sich aber an der Luft. 4 K. und 1 Schw. geben den Kupferkies; künstlich behandelt nimmt das K. die Hälfte Schwefel auf, welche Verbindung an der Luft zu schwefelsaurem Kupfer, Vitriol wird, der wie das salpetersaure K. lasurblau ist, während salzsaures und arseniksaures grün sind. Alle Kupfersalze sind giftig, und Zucker das beste Gegengift. 10 Th. K. mit 1 Th. Arsenik geben das Weißkupfer.

46) Nickel ist fast silberweiß, stark glänzend, beinahe von der Härte des Feldspaths, vollkommen streck- und dehnbar, $8/_8$ schwer, beinahe so magnetisch wie Eisen, und schmilzt bei 150° W. Es bleibt an der Luft unverändert, bei sehr starker Hitze verbrennt es mit dem Oxygen, und sein so entstandenes Oxyd ($78/_{67}$ N. und $21/_{33}$ O.) läßt sich gleich Oxyden edler Metalle durch bloße Hitze wieder reduziren. Das Hyperoxyd hält $71/_{08}$ Metall und $28/_{92}$ O. Die wasserhaltigen Nickelsalze sind schön grün; entwässert gelb. Das N. kommt sehr häufig im Meteoreisen und den Aerolithen vor. Das seit alter Zeit in China bereitete Packfong oder Tutenag besteht aus Nickel, Kupfer, Zinn und Zink, ist weiß oder gelblich, so schön und härter als Silber. Nickel mit K. giebt das Argenteau.

47) Quecksilber ist silberweiß, stark glänzend, tropfbarflüßig, wird bei 32° R. fest und hämmerbar, und wiegt $14/_{391}$. Schon bei gewöhnlicher Temperatur verdampft es, beschlägt Metalle, und kann Speichelfluß erregen; mehr verdampft noch mit dem Wasser bei 60—80° R. Wärme; 360° Wärme bringen es zum Kochen, wobei es sich in farblose Dämpfe verwandelt. Wegen geringer Verwandtschaft zum Sauerstoff bleibt es bei gewöhnlicher Temperatur unverändert, oxydirt sich bei höherer langsam, und reduzirt sich bei noch höherer von selbst. Salpetersäure löst es auf; konzentrirte Salzsäure greift es nicht an. Ein Quecksilbertropfen, in den man eine starke Säule entladet, oxydirt sich, wobei Funken entstehen. $96/_2$ Q. und $3/_8$ Sauerst. geben das Oxydul; $92/_{68}$ Q. und $7/_{32}$ Sauerst. das ziegelrothe, zerrieben gelbe Oxyd; das Schwefelquecksilber oder der Zinnober besteht aus $86/_{29}$ Q. und $13/_{71}$ Schw. Q. mit wenig Phosphor verbunden stellt eine zähe, schwarze, leicht schmelzbare, mit Phosphor gesättigt eine dunkelrothe Masse dar; Q. mit Jod gesättigt, bildet ein scharlachrothes Pulver. Die Oxyde lösen sich in Schwefel-, Salpeter- und Salzsäure auf, und bilden meist gelbliche, sehr giftige Salze, während die Oxydulsalze meist weiß, kaum giftig sind. Das Q. amalgamirt sich mit den meisten metallischen Substanzen, vorzüglich

mit den Metallen der Alkalien und alkalischen Erden und mit jenen Metallen, deren Oxyde sich wie Alkalien verhalten, — nicht aber mit den Erdmetallen, und mit jenen, deren Oxyde mit diesen in Eigenschaften übereinstimmen. Natrium verbindet sich mit Q. so heftig, daß die Masse glüht, und auch in der Kälte flüßig bleibt. Sein Amalgam mit Kalium ist fest.

48) Osmium erscheint als schwärzliches, 7/0 schweres, beim Zerreiben kupferrothen, metallglänzenden Strich zeigendes Pulver. Auch strenge Hitze schmilzt es bei abgehaltener Luft nicht; beim Zutritt der Luft oxydirt und verflüchtigt es sich unter stechenden, dem des Jod ähnlichen Geruche. Dieses stark riechende, im Wasser leicht lösliche, auf Kohlen wie Salpeter verpuffende Oxyd ist leicht reduzirbar. Das O. wie die 3 folgenden Metalle wird aus Platinkörnern gewonnen.

49) Iridium ist grau, wiegt 23 (also nebst dem Platin am meisten unter allen Grundstoffen) ist härter als Feldspath, im Königswasser unauflöslich, oxydirt sich beim Glühen mit Alkalien, legirt sich mit mehreren Metallen.

50) Rhodium zeigt sich als graues, in der Ofenhitze unschmelzbares, in keiner Säure lösliches Pulver, 11/2 schwer. Mit Kali oder Salpeter geglüht oxydirt es sich, (93/75 Rh. und 6/25 S. geben das Oxydul; 88/24 Rh. und 11/76 O. das Oxyd) vom Schwefel nimmt es 21 Prozent auf. Mit Platin, Kupfer, Wismuth oder Blei legirt, wird es von der Salpetersalzsäure angegriffen; den Stahl macht es sehr hart, ihm in geringer Menge zugesetzt.

51) Palladium ist lichtstahlgrau wie Platin, stärker glänzend, vielleicht noch dehnbarer, 11/8 schwer, schon in Salpetersäure löslich. 87/5 P. bilden mit 12/5 O. ein Oxyd; 77 Proz. mischen sich mit 23 Proz. Schwefel. Mit Quecksilber giebt es ein Amalgam, mit Nickel ein stark glänzendes sehr dehnbares Gemisch; mit Blei, Arsenik, Zinn, Wismuth, Kupfer, Gold und Platina spröde Kompositionen. Es findet sich außer den Platinkörnern, bei Harzgerode auch mit Selen vereint.

52) Platin ist lichtstahlgrau, im gemischten natürlichen Zustand fast Feldspath-, im gereinigten nur Flußspathhart, über 21, nach andern Angaben sogar 23/54 schwer. Es läßt sich zu dünnen Blechen schlagen, und ist so streckbar, daß es sich in Dräthe von 1/1940 Zoll Dicke ziehen läßt, und so zäh, daß ein Drath von 89/100''' erst bei 255 Pfd. zerriß. Die stärkste Hochofenhitze schmilzt es nicht; es schmelzt aber im Brennpunkte großer Brennspiegel, als feiner Drath am Neumann'schen Knallgebläse, im Kreisen starker Volta'scher Säulen, und in der Weingeistflamme mit Oxygengas, und läßt sich in der Weißglühhitze ein wenig zusammenschweißen. Vom Magnet wird es schwach angezogen. 92/31 Pl. geben mit

$^{7}/_{69}$ O. ein Oxydul; $^{85}/_{71}$ Pl. mit $^{14}/_{29}$ O. ein Oxyd; 75 Pl. mit 25 Schw. oder Phosphor eine spröde, leichtflüßige Masse. Oxydul und Oxyd lösen sich in Schwefel-, Salpeter- und Salzsäure auf; ersteres bildet dunkle, letzteres lichte, gelbliche Salze. Pl. legirt sich mit Arsenik, Zinn, Blei, Zink, Antimon, Wismuth, Kobalt, Nickel unter lebhaften Lichterscheinungen, und verbindet sich auch mit Natrium und Wasserstoffgas. Platinschwamm (poröse Platina) amalgamirt sich mit Quecksilber. 1 Pl. mit 1 Stahl verbunden, giebt eine hoher Politur fähige, nicht matt werdende Masse.

53) Silber ist unter allen Metallen am vollkommensten weiß, am stärksten glänzend, kaum weicher als Kalkspath, $^{10}/_{5}$ schwer, schmilzt bei 22° W. oder 1740° R. Ein Gran läßt sich zu einem 400′ langen Drath ziehen, und 1 Drath von $^{3}/_{10}$‴ Dicke reißt erst bei 20⅔ Pfd. Im Feuer des Brennspiegels verflüchtigt es sich. Geschmolzenes Silber krystallisirt beim Erkalten zum Theil in Oktaedern; aus Oxyden durch die Volta'sche Saule reduzirt, manchmal in Würfeln mit abgestumpften Kanten. Salpetersäure löst es am besten auf. $^{93}/_{11}$ S. geben mit $^{6}/_{89}$ S. ein Oxyd; $^{87}/_{05}$ S. mit $^{12}/_{95}$ Schw. das weiche und geschmeidige Glaserz. Außerdem verbindet es sich auch mit Phosphor, Kohlenstoff, Silicium, Wasserstoff und Selen; mit Quecksilber im Verhältniß von 1 : 8 zum Amalgam. Mit Wolfram, Molybdän, Antimon, Mangan, Eisen bildet es Kompositionen. Aus seiner Verbindung mit Blei wird es schon durch die Hitze befreit, wobei es den Silberblick zeigt, und das Blei als flüßige Bleiglätte und Bleioxyd ausgeschieden wird. Das salpetersaure S. (Höllenstein) besteht aus $^{68}/_{23}$ Silberoxyd und $^{31}/_{77}$ Salpetersäure. Schon $^{1}/_{12000}$ des Gewichts einer Wassermenge, dieser von ihm beigemischt, bewahrt sie vor Fäulniß. Aus einer salpetersauren, mit Weingeist erwärmten Silberauflösung erhält man Knallsilber. Die salpeter- und salzsauren Silbersalze werden am Lichte schwarz und sind giftig.

54) Gold ist vollkommen gelb, stark glänzend, wird vom Kalkspath geritzt, wiegt $^{19}/_{5}$, schmilzt bei 32° W. (2300° R.) und leuchtet hiebei in grünlichem Lichte. Beim Verdampfen giebt es ein braunes Pulver. Nach dem Schmelzen langsam erkaltend krystallisirt es zum Theil in Oktaedern. Es läßt sich als Ueberzug des Silbers auf $^{1}/_{12/000/000}$ Zoll ausdehnen, zu Blättchen von $^{1}/_{200/000}$ Zoll Dicke schlagen, und ein Gran kann zu einem 500′ langen Drath gezogen werden. Ein $^{3}/_{10}$‴ dicker Drath riß erst bei 16½ Pfd. Im Schmelzofen ist es feuerbeständig, im Fokus eines Brennspiegels verdampft es, in der Weißglühhitze wird es transparent, durch starke elektrische Funken entflammt es sich scheinbar, und wird zu purpurfarbigem Pulver. Das Oxydul besteht aus $^{96}/_{13}$ G. und $^{3}/_{87}$ O.; das Oxyd aus $^{89}/_{23}$ G. und $^{10}/_{77}$ O. So locker sind

diese Verbindungen, daß schon im Dunkel, noch mehr am Licht der Sauerstoff wieder frei wird. Goldoxyd bildet mit Ammoniak das Knallgold. Das G. verbindet sich auch mit Schwefel, Quecksilber und Blei. Schon $^1/_{1900}$ des letztern macht es spröde. Die Verbindung des G. mit dem Silber ist härter als selbst das Silber. Der Goldpurpur besteht aus 79,42 G. und 20,58 Zinnoxyd. Die Goldsalze wirken innerlich und äußerlich, wie jene des Quecksilbers.

* * *

Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht dieser Stoffe nach ihren Zeichen und ihren stöchiometrischen Zahlen. Sie sind nach ihrem elektrischen Verhalten aufgeführt; der am meisten negativ elektrische beginnt, der am meisten positiv elektrische schließt. Jeder folgende ist also gegen den vorhergehenden positiv, gegen den folgenden negativ elektrisch. Gegen den positiven Pol der Volta'schen Säule verhalten sich alle vom Sauerstoff angefangen bis zum Wasserstoff, diesen eingeschlossen, — elektrisch, gegen den negativen Pol alle vom Gold bis zum Kalium + elektrisch.

Sauerstoff	O	100,0	Osmium	Os	1244,2
Chlor	Cl	221,3	Silber	Ag	1351,6
Brom	Br	489,1	Quecksilber	Hg	1265,8
Jod	I	789,1	Kupfer	Cu	395,7
Schwefel	S	201,2	Uran	U	2711,5
Stickstoff	N	88,5	Wismuth	Bi	886,9
Fluor	F	116,9	Zinn	Sn	735,3
Phosphor	P	196,1	Blei	Pb	1294,0
Selen	Se	494,6	Cadmium	Cd	696,8
Arsenik	As	470,0	Zink	Zn	403,2
Molybdän	Mo	598,5	Nickel	Ni	369,7
Vanadium	V	855,8	Kobalt	Co	369,0
Chrom	Cr	351,8	Eisen	Fe	339,2
Wolfram	W	1183,6	Mangan	Mn	355,9
Bor	B	136,0	Cerium	Ce	574,7
Kohle	C	76,4	Thorium	Th	744,9
Antimon	Sb	806,4	Zirkonium	Zr	420,2
Tellur	Te	802,1	Yttrium	Y	401,8
Tantal	Ta	1153,7	Beryllium	Be	331,5
Titan	Ti	303,7	Aluminium	Al	171,2
Silicium	Si	277,5	Magnesium	Mg	158,3
Wasserstoff	H	6,2	Calcium	Ca	256,0
Gold	Au	1243,0	Strantium	Sr	547,3
Platin	Pt	1233,3	Balyum	Ba	856,8
Rhodium	R	651,4	Lithium	L	81,3
Palladium	Pd	655,8	Natrium	Na	290,9
Iridium	Ir	1233,3	Kalium	K	490,9

Unter den zahlreichen Beispielen, wo bei chemischen Verbindungen, eine gänzliche Umwandlung sinnlicher und innerer Eigenschaften erfolgt, kann man auch die Blausäure anführen, das heftigste organische Gift, welches aus der Vereinigung des unschädlichen Blaustoffs und Wasserstoffs hervorgeht; ferner den weißen Quecksilbervitriol, gebildet aus der farblosen Schwefelsäure, und dem rothen Quecksilberoxyd rc.

Zwei Stoffe werden oft erst durch einen dritten zur Verbindung disponirt. Die atmosphärische Luft besteht aus Stickstoff und Sauerstoff, die sich aber nicht zu Salpetersäure verbinden, weil ihre Verwandtschaft nicht stark genug ist. Das Kali hat weder zum Stickstoff noch Sauerstoff Anziehung, aber zu ihrem Produkt, der Salpetersäure. Durch das Kali werden jene disponirt, sich unter sich zu Salpetersäure, und mit ihm zu Salpeter zu verbinden.

Alle Körper bestehen nun aus obigen Grundstoffen. Verbindungen aus 2 sind solche der ersten Ordnung; Verbindungen der zweiten Ordnung bestehen aus solchen der ersten unter sich, oder mit Grundstoffen; Verbindungen der dritten Ordnung entstehen durch Verbindungen der zweiten unter sich oder mit niedrigern. Organische Verbindungen kann man wohl in ihre Grundstoffe zerlegen, nicht aber wieder zusammensetzen. — Bei den chemisch. Verbindungen und Zersetzungen unterscheidet man einfache und doppelte Wahlverwandtschaft. Glaubersalz z. B. besteht aus Schwefel und Soda; setzt man Kalk zu einer Lösung desselben, so verbindet sich die Schwefelsäure mit dem Kalk, zu welchem sie größere Anziehung als zur Soda hat; es entsteht Gyps, und die Soda wird ausgeschieden. Dieß ist einfache Wahlverwandtschaft; die doppelte tritt ein, wenn 2 zusammengesetzte Körper aus ihren Verbindungen treten, und zwei neue erzeugt werden. — Bei Verbindungen der zweiten Ordnung und manchmal auch höherer ist ein Stoff Säure, der andere Basis. Ihre Vereinigung heißt Salz. Indifferent heißen zusammengesetzte Stoffe, die weder Säuren, Basen, noch Salze sind. Alles gilt als Säure, wenn es auch nicht sauer schmeckt, was den Veilchensyrup und eine Laskmusauflösung röthet: ferner alles, was ohne im Wasser löslich zu sein, wie z. B. die Kieselsäure, mit jenen Pflanzensaft röthenden Säuren übereinstimmt. Eine Säure kann indeß gegen eine andere stärkere sich wie eine Basis verhalten, so daß der Begriff Säure ganz relativ ist. Alle Säuren bestehen aus einer säurefähigen Basis (Radikale) und einem säurenden Prinzip; letzteres ist meistens Sauerstoff, manchmal Wasserstoff, doch verhalten sich auch andere Stoffe (sogar zusammengesetzte) zu andern als Säuren. Besonders wichtige Säuren sind die Salpetersäure,

Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure), schweflige Säure, Schwefelsäure, Schwefelwasserstoffsäure, Kohlensäure, Phosphorsäure, Flußsäure. — Die *Basen* geben mit den Säuren *Salze*. Die stärkern Basen stellen die durch Säuren veränderten Pflanzenfarben wieder her, färben ihrerseits den Veilchensyrup grün, die Kurkumatinktur braun; so die *Alkalien* und *alkalischen Erden*. Die Salze sind meistens in Wasser löslich. Man theilt sie nach den Säuren in Sippen, nach der Basis in Arten ein; und unterscheidet auch neutrale, saure und basische. — *Indifferente* Stoffe nennt man alle, welche weder Säuren noch Basen sind. Hiezu gehört das *Wasser*, eine Verbindung aus 2 Vol. Wasserst. und 1 Vol. Sauerstoff ein Wasserstoffoxyd. In chemischen Verbindungen des Wassers, *Hydraten*, verhält sich das Wasser bald als Basis, bald als Säure. — Die chemische Anziehung reicht bis zu den Atomen hinab, wirkt aber nur bei unmittelbarer Berührung der Substanzen, oder doch nur in sehr kleiner Entfernung. Die Attraktion hindert die chem. Anziehung; daher verbinden sich Körper viel leichter, wenn sie locker und flüßig sind, oder durch Wärme ausgedehnt werden. Die durch starke Verwandtschaften erzeugten Verbindungen erfolgen stets in *bestimmten* Verhältnissen. Viele Stoffe verbinden sich nur unter einem Verhältniß, so Silicium und Sauerstoff, andere in mehreren, wie z. B. Quecksilber, von welchem sich 100 Th. mit 4 und 8 Th. Oxygen verbinden; oder Stickstoff, der in 5 Verhältnissen mit dem Sauerstoff zusammen tritt. Gase verbinden sich immer so, daß eines 1, 2, 3 ꝛc. Vol. des andern aufnimmt. — Wird ein neutraler Stoff AB durch einen andern C ersetzt, und bildet sich eine neutrale Mischung BC, so ersetzen sich B und C wechselseitig, sind daher *chemische Aequivalente*, wie z. B. 71 Th. Kalk, oder 78 Th. Natrum, welche beide mit 100 Th. Schwefelsäure ein neutrales Produkt liefern. 100 Th. Schwefelsäure werden durch 42/7 Th. Ammoniak, 117/7 Th. Kali, 78 Th. Natrum neutralisirt, — 100 Th. Salzsäure hingegen erfodern 47 Th. Ammoniak, 129/5 Th. Kali und 85/8 Natrum. Diese Zahlen stehen aber genau in selbem Verhältniß zu einander, wie die vorigen, den 42/7 : 47 = 117 : 129/5 = 78 : 85/8, so daß Ammoniak, Kalk und Natrum immer das gleiche Verhältniß gegen einander behaupten, sie mögen sich mit A oder B, oder sonst einem Stoffe verbinden. Eine gewisse Quantität jedes chemischen Elements kann eine bestimmte Quantität eines andern ersetzen. Die in obiger Tabelle S. 164 den Grundstoffen beigesetzten Zahlen drücken die relativen Mengen der Elemente aus, in welchen sie sich gegenseitig ersetzen und mit einander verbinden, und heißen deßwegen *stöchiometrische Zahlen*, auch *Atomengewichte*, weil man annimmt, daß sich bei der niedrigsten Verbindungsstufe zweier Grundstoffe 1 Atom des einen

mit 1 Atom des andern verbindet. Der Sauerstoff ist als 100 angesetzt, und von den übrigen so große Zahlen, wie sie erfordert werden, um 100 Sauerstoff zu ersetzen. So verbinden sich demnach 201 Th. Schwefel mit 339 Th. Eisen, mit 100 Th. Sauerstoff &c. Ein zusammengesetzter Körper hat den stöchiometrischen Werth aller seiner Bestandtheile. — Den Seite 144 angeführten isomerischen Stoffen sind auch noch die polymerischen und metamerischen von Berzelius an die Seite zu setzen. Was die ersten betrifft, so bezeichnen sie jene Verbindungen, wo, wenn auch das relative Quantitätsverhältniß ihrer Stoffe eingehalten wird, aber verschiedene absolute Quantitäten von allen genommen werden, eben deßhalb sonderbar genug Produkte von sehr abweichenden Eigenschaften entstehen (so z. B. Weinöl und ölbildendes Gas); die letztern diejenigen, welche eine Umgestaltung zeigen, ohne daß etwas weg oder dazu kömmt (Cyanursäure in wasserhaltige Cyansäure übergehend). — Für die chemische Bezeichnung ist noch zu bemerken, daß man den Sauerstoff durch einen über dem Zeichen des damit verbundenen Stoffes gesetzten Punkt ausdrückt. Pflanzensäuren deutet man durch einen Querstrich über dem Anfangsbuchstaben ihres Namens an. Die Atomenzahl des Sauerstoffs wird durch Punkte, jene der übrigen Stoffe durch Exponenten ausgedrückt. So heißt $\dddot{S}$ Schwefelsäure, 1 At. Schwefel, 3 At. Sauerstoff; $Hg\,Cl^2$ Chlorquecksilber, 1 At. Quecksilber, 2 At. Chlor. Bei zusammengesetzten Verbindungen setzt man zwischen die nächsten Bestandtheile +. Gyps wird z. B. ausgedrückt durch $\dot{Ca}\,\dddot{S} + Aq^2$ 1 At. schwefels. Kalk, und 2 At. Wasser. — Die unorganischen Körper bestehen immer nur aus 1 Grundstoff, oder aus 2, oder aus 2 mal 2, oder 4 mal 2, sind daher binäre, oder bibinäre, oder tetrabinäre Verbindungen. Die organischen Stoffe hingegen bestehen aus 3 oder 4 Elementen, sind daher ternäre oder quaternäre Verbindungen. — Nach dem Tode gehen die organischen Verbindungen in die geistige oder weinige Gährung, wobei Alkohol erzeugt wird, dann in die saure oder Essiggährung, endlich in die faule Gährung über, nach welcher nur eine erdartige Masse zurückbleibt, indem alles, was Gasform annehmen konnte, fort gieng.

III. Hauptstück.

Von den an der Materie erscheinenden allgemeinen oder kosmischen Kräften.

Lit. Vergl. hiefür unter Anderem die Art. Elektrizität, Elektrogalvanismus, Elektromagnetismus, Licht, Magnetismus

in Gehler's Wörterbuch, neue Bearbeitung. Dann Herschel's Theorie des Lichtes; a. d. Engl. v. Schmidt. Stuttg. 1831. Hansteen, Untersuchungen über den Magnetismus der Erde; übers. v. Treschon Hanson. Christiana 1819. 4. 2c.

An der Materie zeigen sich außer den ihr wesentlichen Kräften auch noch andere, welche man nach ihren großartigen und allgemeinen Wirkungen nicht als von der Materie ausgehend, sondern vielmehr für an dieser haftend halten muß. Solche sind das Licht, die Wärme, die Elektrizität und der Magnetismus, welche man unter dem Namen Imponderabilien, unwägbare Substanzen 2c. zusammenfaßt. Obwohl Licht und Wärme wohl in allen Körpern erregt werden können, während Elektrizität und vorzüglich Magnetismus mehr spezifischer Natur sind, und namentlich der letztere an wenigern Körpern sich äußert, so muß man nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft doch die Weltkörper, oder vielmehr die sie belebenden und organisirenden Prinzipien als die eigentlichen Quellen jener 4 Kräfte ansehen, von welchen sie als Lebensakte ausgehen, und einzelne ihrer Bestandtheile in größerem Maaße affiziren. Eben deßhalb haben wir sie allgemeine genannt; man könnte sie mit gleichem Rechte auch kosmische nennen.

Zwischen ihnen herrschen wunderbare Beziehungen, und ein geheimes Band scheint sie zu vereinigen. Die nahe Verwandtschaft von Licht und Wärme wurde schon längst anerkannt, und manche sehen beide sogar für identisch an. Daß das Licht in bedeutungsvollem Verhältniß zur Elektrizität stehe, und daß gewisse Strahlen des Sonnenspektrums magnetisch wirken, ist ebenfalls seit längerer Zeit bekannt. Durch Oersted's und Faraday's Versuche ist auch die nahe Beziehung zwischen Elektrizität und Magnetismus nachgewiesen worden, welche sich gegenseitig aufzuregen vermögen. Zugleich wurde entdeckt, daß gewisse magnetische Kraftäußerungen unter Lichtentwicklung vor sich gehen.

Unter den genannten 4 Kräften ist das Licht die allgemeinste, ursprünglichste und vornehmste. Man möchte sagen, es sei in der materiellen Welt das, was in der geistigen als

Bewußtsein erscheint. Indem es mit unserm edelsten Sinn in Wechselwirkung tritt, bildet es gleichsam ein Band zwischen uns und den fernsten Weltkörpern in den Tiefen des Himmels, von deren Vorhandensein wir nur durch das Licht erfahren. Die Gravitation, welche unsere Erde ohne Zweifel mit den fernsten Sonnen in Beziehung setzt, obwohl deren Zug gegen den unvergleichbar mächtigern unserer Sonne gleichsam verschwindet, ist für uns nicht vorhanden: das Licht allein giebt uns Kunde von der Herrlichkeit des Weltalls und der gränzenlosen Zahl der Welten. Wie die allgemeine Schwere alle Körper unter sich verbindet, so das Licht die objektive Welt mit der subjektiven, die bewußtlose Schöpfung mit der bewußten. Es ist das Höchste und Feinste, was an der Materie zu erscheinen vermag, die schnellste, lebendigste Kraft, und Bild einer solchen auch in der geistigen Natur, — ja der Repräsentant des Unendlichen selbst in der Sinnenwelt, allgegenwärtig, allbelebend, aber auch allvernichtend. Die Sonnen sind die vorzüglichsten Quellen des Lichtes, das als ein Akt ihres Lebens und Wirkens erscheint: sei es nun, daß sie durch ihre bloße Gegenwart den Aether und mit ihm die ganze Stoffwelt in entsprechende Thätigkeit zu versetzen vermögen, welche wir als Licht wahrnehmen, oder daß sie, was weniger wahrscheinlich ist, brennende Weltkörper sind, von welchen das Licht als ungemein feine Substanz ausströmt.

Wärme ist so eng mit dem Lichte verbunden, daß beide in vieler Beziehung nur als verschiedene Aeußerungen desselben Grundwesens erscheinen. Gehört das Licht mehr dem Raume an, so tritt die Wärme mehr in der Materie auf, ist gleichsam das irdisch gewordene Licht. Setzt sich das Licht in Wechselwirkung mit dem eigentlich kosmischen Sinn, dem Auge, so affizirt die Wärme den am meisten irdischen, das Gemeingefühl. Gleich dem Lichte ist sie der Schwere entgegengesetzt, und während dieselbe allenthalben zu vereinigen strebt, sucht die Wärme überall zu trennen, das im Zug der Masse Gebundene frei zu machen, und jedem Atom Isolirung und Selbstständigkeit zu verschaffen. Sie durchdringt die Körperwelt viel vollkommener als das Licht, welches meistens nur

mit den Oberflächen in Beziehung tritt, während die Wärme, gleich ihrem Gegenbild, der Schwere, das Innerste der Körper in Bewegung setzt. — Sei es nun, daß die Strahlen des Spektrums selbst verschiedene Wärme besitzen, oder daß eigene, unsichtbare Wärmestrahlen existiren, — in keinem Falle hat man nöthig, einen eigenen Wärmestoff anzunehmen, indem man die Wärme so gut als das Licht als eine Thätigkeit, eine Kraft, eine Bewegung ansehen kann: ja dieses gilt auch für einen dritten möglichen Fall. Die Wärme könnte nämlich eine erhöhte Thätigkeit, ein Lebensakt der materialen Atome selbst sein, wozu sie durch das Licht angeregt werden, welches hiebei als Reiz wirkte. Die Erscheinung, daß in den Höhen der Atmosphäre die Temperatur immer niedriger wird, erklärte sich hernach aus der geringern Zahl ihrer weiter zerstreuten Bestandtheile, — der Uebergang von Wärme aus einem Körper in einen andern durch Erregung derselben Thätigkeit in demselben, — die fortwährend unerschöpfliche Wärmeerzeugung bei Graf v. Rumford's Bohrversuchen aus der mechanischen Kraft der Materie, welche nicht, wie die organische nachläßt, sondern so lange fortwirkt, als die erregende Ursache andauert. — Die Maaßverhältnisse der Wärme zu den verschiedenen Substanzen der Körperwelt sind bei weitem nicht so genau erforscht, wie jene der Stoffe gegeneinander. Auf ihnen beruht aber die ganze dermalige Beschaffenheit der Erde. Sänke die mittlere Temperatur unseres Planeten um eine Anzahl Grade tiefer, so würde bald der Wasserdampf seine gasförmige, das Wasser seine tropfbare Gestalt verlieren, — bei weiterem Sinken müßte die Atmosphäre als solche verschwinden, und als dünne Eisrinde die Erde bedecken, nachdem längst alle Organismen vergangen wären. Erhöhte sich die Temperatur der Erde um eben so viel, so würden die Pole trotz der Polarnacht sich mit Palmenwäldern und Riesenthieren, wie in der Urzeit bedecken; bei fernerem Steigen der Wärme würde das Meer, wie alles Flüßige wieder in Dampfform in die Atmosphäre zurückgehen, um als ungeheuere Dunsthülle die Erde zu umgeben, nachdem alle ihre Geschöpfe vernichtet worden, und endlich müßte alles Feste flüßig werden, Stein,

Erde und Metall, wie es in jener Zeit war, als Festes, Flüßiges und Luftiges sich noch nicht geschieden hatten. So beruht auf den Verhältnissen der Körper zur Wärme, und auf der jedesmal auf einem Weltkörper herrschenden Temperatur Form und Sein alles Dessen, was in, auf und über ihm ist. — Die Wärme führt zugleich aus der Erstarrung und egoistischen Beschränkung Alles in die Allgemeinheit der Form zurück.

Bei Licht und Wärme haben wir in sich einige Kräfte vor uns, bei der Elektrizität und dem Magnetismus treten Gegensätze in ihnen selbst auf, bei ersterer als positive und negative Elektrizität, bei letzterem als Nord- und Südmagnetismus. Diese beiden sind daher die polarischen Kräfte.

Die Elektrizität stimmt darin mit der Wärme überein, daß sie sich mit größter Schnelligkeit und gleichmäßig verbreitet, und in allen Körpern, Leitern und Nichtleitern angehäuft werden kann. Auch ihr sind repulsive Aeußerungen wesentlich, wie der Wärme, finden aber nicht mehr gleichförmig durch die ganze Masse der Körper statt, sondern so, daß gleichnamig elektrisirte Körper sich abstoßen, ungleichnamig elektrisirte sich anziehen. Beide Elektrizitäten haben die größte Anziehung gegeneinander, suchen sich stets zu vereinen, und zur ruhenden Elektrizität zu werden, welche nach der elektrochemischen Theorie nichts anderes, als Licht und Wärme ist. Während die Wärme die Atome selbst auseinander treibt, haftet die Elektrizität vorzüglich an der Oberfläche der Körper, und wird als Kontaktelektrizität schon durch die ungleiche Beschaffenheit der Oberflächen sich berührender Körper aufgeregt. Die Elektrizität scheint für die Weltkörper das zu sein, was für die sekundären Organismen die Nervenkraft ist; beide gleichen sich in den Hauptzügen, und die Aktionen der Zitterfische und anderer elektrischer Thiere bilden wohl das Verbindungsglied zwischen beiden.

Während die Elektrizität vorzugsweise dem Luftkreise eigen ist, in welchem sie durch das Licht stets neu aufgeregt wird, tritt der Magnetismus am festen Erdkörper hervor, und geht von diesem aus in mancherlei Substanzen über. Früher

blos am Eisen bekannt, vermag man jetzt durch Kunst ihn allen Metallen und vielen nicht metallischen Körpern mitzutheilen; zugleich äußern alle Körper, in welchen sich auch nur die kleinsten Eisentheilchen befinden, Empfindlichkeit gegen den magnetischen Zug. Nie wird der magnetische Strom durch nicht magnetische Körper unterbrochen, wie der elektrische durch Nichtleiter. Gewiße Körper verhalten sich gegen andere positiv oder negativ elektrisch, — in jedem Theilchen eines magnetischen Körpers hingegen muß nothwendig Nord- und Südmagnetismus vorhanden sein, weil bei Trennung eines solchen jedes an seinen Enden sogleich beide Polaritäten zeigt. Die Wirkungen des Magnetismus gegen jene der Elektrizität gehalten sind ruhig. Die Anziehung seiner ungleichnamigen Polaritäten geschieht ohne Gewaltthätigkeit; die Vereinigung der beiden Elektrizitäten geht häufig unter furchtbaren Erscheinungen vor sich, wobei trennende Körper mit äußerster Heftigkeit durchdrungen oder zerschmettert werden.

Wir finden, daß das Licht selbst schon elektrisch und magnetisch auf die Körper einwirkt, aber mit höherer Kraft wirkt der elektrisch-magnetische Strom, den die Beleuchtung der Sonne in der Atmosphäre der Erde erzeugt, und der in Wirbeln um sie fließt, in einer ihrer Axendrehung entgegen gesetzten Richtung. Eisenstangen in diesen Strom (den magnetischen Meridian) mit bestimmter Neigung gehalten, werden augenblicklich magnetisch. Der Blitz vermag ebenfalls Eisenstangen magnetisch zu machen, andererseits vermag der Magnetismus Elektrizität und Licht zu erzeugen. So sind vielleicht alle 4 Kräfte nur Erscheinungsweisen einer und derselben Kraft, die als s o l a r e Aktion im Lichte, als a t o m i s t i s c h e in der Wärme, als a t m o s p h ä r i s c h e in der Elektrizität, und als p l a n e t a r i s c h e (des festen Erdkörpers) im Magnetismus hervortritt, — gleichsam ein und dasselbe Wort in verschiedenen Sprachen gesprochen.

Das L i c h t, nebst der Schwere die mächtigste Naturkraft, durch welche namentlich das Dasein der Organismen bedingt ist, soll bekanntlich nach Newtons Emanationshypothese in einem wirklichen Ausströmen des Lichtfluidums aus leuchtenden Körpern, nach der

Vibrationshypothese von Huyghens, Deskartes, Euler, Young, Fresnel, Fraunhofer, Airy, Herschel ꝛc. in einer eigenthümlichen Bewegung der leuchtenden Körper bestehen, welche sich durch ein feines, allenthalben vorhandenes Fluidum, den Aether, bis in unser Auge fortpflanzt. So läßt sich, nach der letztern, bei weitem natürlichern Ansicht (wornach alle Erscheinungen des Lichtes aus den Fortpflanzungsgesetzen schwingender Bewegungen im aetherischen Fluidum erklärt werden), auch das Licht nur in eine Kraft auf, welche unter verschiedenartigen Umständen verschieden wirkt, aber doch immer dieselbe bleibt. Auch hier, wie bei allen Kräften sind es nur wieder die Gesetze, die Modalitäten, deren mannigfache Wirkung wir sinnlich zu erkennen vermögen, während das Wesen sich als ein Geistiges darstellt, den Sinnen verborgen, und nur dem Geiste erkennbar. — Die vorzugsweise leuchtenden Körper sind die Sonnen; dann vielleicht auch die Kometen und irdischen phosphoreszirenden und brennenden Körper. Ohne Zweifel vermögen alle Körper leuchtend zu werden, und viele gewöhnlich nicht leuchtende werden es durch mechanische Einwirkung. Auch manche chemische Verbindungen und Zersetzungen, so wie die Krystallisation mancher Mineralien gehen unter Lichtentwicklung vor sich. Eine starke willkührlich hervorzubringende Lichterscheinung zeigt sich unter Anderm bei der Bildung arsenikfaurer Krystalle. (Vergl. H. Rose's Auff. in Poggendorff's Annal. der Physik und Chemie, 1835. 7tes Heft). — Das Wesen der durchsichtigen Körper ist noch immer nicht aufgeklärt. — Die Fortpflanzung (Forterregung) des Lichtes erfolgt in geraden Linien, mit einer (von Römer durch die Verfinsterung der Jupiterstrabanten entdeckten) Geschwindigkeit von 41900 geogr. Meilen in 1 Sekunde, so daß das Sonnenlicht den Weg von 20,666,800 Meilen mittlerer Entfernung der Sonne von der Erde in 8 Minut. 13/22 Sek. zurück legt. Nur in demselben Mittel pflanzt sich das Licht gleichförmig fort; tritt es in ein anderes, so kehrt ein Strahl in das alte zurück, wird reflektirt, der andere dringt ins neue ein. Durch den reflektirten Strahl werden dunkle Körper sichtbar. Trifft der eindringende Strahl schief auf die Gränze beider Mittel, so wird er gebrochen. Durch die Brechung können die von einem Körper reflektirten Strahlen wieder mehr oder weniger in einem Punkte vereinigt werden, wonach sie mehr oder weniger deutliche Bilder des leuchtenden Gegenstandes geben, von welchem das Licht ausgeht. Wird das reflektirte Licht hingegen zerstreut, so wird der beleuchtete Körper sichtbar. Unregelmäßige Reflexion oder Lichtzerstreuung hängen nur von Rauhheit oder Glätte ab. Je glatter ein Spiegel ist, desto reinere Bilder giebt er. Die Reflexion des Lichtes erfolgt immer so, daß der reflektirte Strahl in der Einfallsebene liegt, und daß der Einfallswinkel dem

Reflexionswinkel gleich ist. **Brechung** des Lichtes heißt seine Abweichung vom geraden Wege. In manchen durchsichtigen Körpern wird ein Lichtstrahl in 2 Büschel getheilt, wovon jeder nach eigenen Gesetzen gebrochen wird. Die Brechung des Lichtes besteht eigentlich in einer Aenderung seiner normalen Geschwindigkeit. — Läßt man einen von der Sonne kommenden Lichtkegel durch ein Prisma fallen, so wird er in 6 (nach Newton, welcher 2 blaue, einen licht- und indigoblauen annahm, in 7) aneinander gränzende Streifen, das **Farbenbild** oder **Spektrum**, zerlegt: nämlich einen rothen, orangen, gelben, grünen, blauen, violetten. Das Licht hat also **verschiedene** Brechbarkeit. Der rothe Strahl liegt dem ursprünglichen weißen unzerlegten am nächsten, der violette (am meisten brechbare) am weitesten von ihm ab. Vom Farbenspektrum nimmt das rothe Licht 0,12, das orange 0,07, das gelbe 0,13, das grüne 0,17, das blaue ebenfalls 0,17, das indigo 0,11 und das violette 0,23 von 1 ein. Strahlen von verschiedener Brechbarkeit erscheinen uns als **Farben**. Wir sehen einen Körper grün, blau, roth, wenn er den grünen, blauen oder rothen Strahl reflektirt, während er die übrigen verschluckt. Im Farbenbilde sehen wir aber nur die in einem gewissen Grade verschieden brechbaren Strahlen, nicht aber ihre unbestimmt vielen Uebergänge, so daß also jeder weiße Lichtstrahl eigentlich nicht nur aus 6 oder 7, sondern aus einer unendlich großen Zahl von farbigen Strahlen besteht. Aber selbst die uns sichtbaren Farbenstreifen des Sonnen-Spektrums bestehen aus verschieden brechbaren Theilen; denn das Licht jedes Streifens, welches der rothen Gränze des Farbenbildes näher liegt, hat eine geringere Brechbarkeit, als das hievon weiter entfernte. Ein farbiger Strahl, nochmal durch ein Prisma gebrochen, behält Richtung und Farbe bei: die farbigen Strahlen gehören also dem Lichte, nicht etwa dem Prisma an. Sammelt man alle Strahlen durch eine Konvexlinse, so erscheint wieder das weiße Sonnenlicht. — **Komplementäre** Farben heißen jene, welche sich gegenseitig zu weißem Lichte ergänzen. Die komplementäre Farbe von Roth ist Grün, von Orange Blau, von Gelb Violett. — Läßt man das prismatische Farbenbild des Lichtes unserer Sonne in ein achromatisches Fernrohr fallen, so erblickt man in jenem sehr zahlreiche (über 600) starke und schwache vertikale Linien; sie sind dunkler als der übrige Theil des Spektrums, und manche ganz schwarz. Das Spektrum anderer leuchtender Körper, so der Fixsterne, der Weingeistflamme, des glühenden Kalks, Schwefels, Kerzenlichts ꝛc. zeigt diese Linien in ganz anderer Stellung und verschiedener Zahl, auch verschwinden oft ganze Farbenpartheieen, — so daß fast jeder Körper sein eigenes Lichtsystem hat. Anzahl, Ordnung, Intensität jener Streifen bleibt dabei immer gleich, bestehe das Prisma

aus Krystall, Glas, Wasser ꝛc. und untersuche man direktes oder reflektirtes Licht. Fraunhofer erkannte zuerst diese höchst merkwürdigen Verhältnisse, so wie die verschiedene Lichtstärke der Farben des Spektrums. Er bestimmte jene des äußersten Roth auf 32, der Mitte desselben auf 94, des Orange auf 640, zwischen Gelb und Orange 1000, Grün 480, Lichtblau 170, zwischen Blau und Violett 31, Mitte von Violett 5. Jene schwarzen Linien dienen zur Bestimmung der Brechung und Breite einzelner Farben, und des Lichtzerstreuungsvermögens durchsichtiger Körper. — Unter (der von Young zuerst wahrgenommenen) Interferenz versteht man die gegenseitige Einwirkung der Lichtstrahlen auf einander, wenn sie zusammentreffen. Durchkreuzen sich nämlich Strahlen, welche von gleicher Lichtquelle kommen, und deren Wege nur sehr wenig von einander abweichen, unter einem kleinen Winkel, so entsteht an der Durchkreuzungsstelle ein doppeltes Bild des Gegenstandes, von welchem die Lichtstrahlen kamen, und zwischen den 2 Bildern leuchtende und farbige Streifen, oder Farbenringe, bisweilen von ungemeiner Pracht. Die von dünnen Plättchen reflektirten Strahlen durchkreuzen sich häufig unter sehr kleinen Winkeln, und es entstehen dann mannigfache Interferenzerscheinungen, zu welchen wahrscheinlich die Regenbogenfarben zarter Fischschuppen, Glaskugeln, der Menschenhaare, Seifenblasen, dünner Wasser- ja selbst Luftschichten an feinen Sprüngen mancher Körper, (Irisiren des Bergkrystalls, Glases ꝛc.) gehören. Auf ähnliche Weise, wie verschiedene Wellenkreise in Flüßigkeiten, durchkreuzen sich hier die von jedem Strahle (vermöge seiner Brechbarkeit in verschiedene Theile) herkommenden Farbenringe. Eine andere Wirkung der Interferenz der Strahlen ist gegenseitige Aufhebung ihres Lichtes. Fallen nämlich auf einen Punkt zwei Sonnenstrahlen in ganz gleicher Richtung, so machen sie denselben nicht etwa heller, sondern dunkel, indem ihre im Aether erregten Wellen in ihrer Bewegung sich gegenseitig aufheben. Beugung oder Inflexion nennt man jene Modifikation des Lichtes, wobei Strahlen desselben, die an den Kanten eines Körpers vorbei gehen, oder durch sehr kleine Oeffnungen (z. B. feine Gitter) fallen, vom geraden Wege abgelenkt, und dabei in farbige Büschel zerlegt werden. Grimaldi nahm zuerst Beugungsphänomene war. Läßt man Strahlen durch mehrere runde oder eckige Oeffnungen auf das Objektiv eines Fernrohrs fallen, und nach mehreren Richtungen gebeugte Strahlen auf einander einwirken, so zeigen sich die prachtvollsten Farbenerscheinungen. Die Beugung bringt nämlich die Strahlen zur Interferenz, und durch diese entstehen die Farben. — Die doppelte Strahlenbrechung wurde zuerst von Bartholin am isländischen Doppelspath beobachtet, und ihre Gesetze von Huyghens entwickelt. Fällt ein Lichtstrahl auf

ein Stück Doppelspath, so wird er in 2 gebrochen; der eine geht ohne Beugung durch, der andere wird sehr stark von seiner ersten Richtung abgelenkt. Man nennt erstern den gewöhnlichen, letztern den außerordentlichen Strahl. Läßt man den so gewonnenen Doppelstrahl durch einen zweiten Krystall fallen, so erfolgt keine weitere Zerlegung; der eine Strahl bleibt der gewöhnliche, der andere wird noch mehr gebeugt. Durch Drehung des zweiten Krystalls um seine Axe bis auf 90°, d. h. bis sein Hauptschnitt auf den Hauptschnitt des ersten senkrecht steht, wird aber der gewöhnliche Strahl auf außerordentliche, der außerordentliche auf gewöhnliche Weise gebrochen. Der eine kann also den andern vertreten. In den Positionen von 0 oder 90°, wo die Hauptschnitte der Krystalle entweder parallel oder senkrecht sind, sieht man immer nur 2 Strahlen, in den Lagen zwischen 0 und 90° erscheinen hingegen mehrere. Um diese Erscheinungen zu erklären nimmt man an jedem Lichtstrahl 4 Hauptseiten an, eine Ost-West- und Süd-Nordseite, von welchen jede von den beiden nächsten um 90° absteht. Man vergleicht sie Polen, und nennt die durch doppelte Strahlenbrechung, oder auf andere Weise erhaltenen Strahlen solcher Art polarisirtes Licht. Man fand nämlich, daß auch durchsichtige Spiegel jeder Art in gewissen Lagen polarisirtes Licht reflektiren; so gewöhnliche Glasspiegel unter einem Winkel von 35°/4, oder die Oberfläche des Wassers unter einem von 37°/3. Auch giebt es Methoden, polarisirtes Licht zu erhalten, bei welchem jeder weiße Strahl, der einem Glasspiegel unter einem Winkel von 35° begegnet, durch Drehung des Spiegels um seine Axe in derselben Neigung, alle Farben des Spektrums giebt, ohne je wieder als weißer Lichtstrahl reflektirt zu werden, so daß die Annahme von jenen 4 Hauptseiten hiebei nicht hinreicht, sondern man jedem Strahl eigentlich unzählige Seiten zuschreiben muß. — Nachfolgende kleine Tabelle zeigt in der ersten Kolumne die Breite der Wellen, welche die verschiedenen Strahlen im Aether erregen, in Bruchtheilen englischer Zolle, in der zweiten die Zahl der Wellen, welche in der Breite eines engl. Zolles enthalten sind; in der dritten die Zahl der Aetherwellen, welche in einer Sekunde erregt werden.

Rother Strahl	0''/000026	38460	478	Billionen.
Oranger "	0''/000024	41600	506	"
Gelber "	0''/000023	44000	535	"
Grüner "	0''/000021	47500	577	"
Lichtblauer "	0''/000020	51100	622	"
Indigo "	0''/000018	54100	658	"
Violetter "	0''/000017	57500	700	"

Hieraus folgt also, daß die Aetherwellen, welche das rothe Licht erregt, die breitesten, jene des violetten Lichtes die schmalsten sind;

daß demnach in der Breite eines Zolles eine geringere Anzahl vom rothen Lichte als vom violetten erregter Aetherwellen vorhanden sein müssen; endlich, daß die schmälern Wellen des violetten Lichtes mit größerer Geschwindigkeit auf einander folgen, im Verlaufe einer Sekunde daher eine größere Zahl von diesen als von den Wellen des rothen Lichtes erzeugt werden. Die andern Strahlen halten das Mittel zwischen diesen Extremen. — Auch die Temperatur der verschiedenen Strahlen ist ungleich groß, und man giebt jene der blauen zu 13° R., der grünen zu 14° R., der gelben zu 22° R., der rothen eben so groß, und der Gegend, welche noch über das rothe Licht hinaus liegt, zu 26° R. an. Man glaubte früher, daß die hellsten Stellen des Spektrums auch die wärmsten seien, die höchste Temperatur also an die Gränze von Orange und Gelb oder in Gelb falle; nach den eben angegebenen Zahlen nimmt aber die Wärme vom blauen Lichte an zu, und die größte fällt noch etwas über das rothe Licht hinaus, weßwegen Einige außer den sichtbaren Lichtstrahlen des Spektrums noch unsichtbare Wärmestrahlen von kleinerer Brechbarkeit annehmen. Einige wollen nach der Natur des Prisma die Temperatur verschieden beobachtet haben. So sei bei Anwendung eines Glasprisma das rothe Licht am wärmsten, bei Ammoniak und Schwefelsäure das orange, bei Wasser, Alkohol und Oelen das gelbe. — Nach Scheele und Herschel (welchen Seebeck wiederspricht) wären die stärker brechbaren Strahlen oxydirend, die schwächer brechbaren desoxydirend, und die größte desoxydirende Kraft falle noch über das violette Licht hinaus. Salzsaures Silber, welches im blauen Licht geschwärzt wurde, werde im rothen wieder hergestellt. — Schon das weiße Sonnenlicht wirkt magnetisch; in höherm Grade die blaue Abtheilung des Spektrums, oder vorzüglich das violette, dann auch das indigo, blaue und grüne Licht. — Nach all Diesem erscheint das Licht als eine Kraft von der feinsten und wunderbarsten Art, und alle bisherigen Forschungen haben nur einen Theil seiner Wirkungsweisen ermittelt, ohne seine über der sinnlichen Erkenntniß liegende geistige Natur zu berühren.

Die Wärme ist unsichtbar, durchdringt alles, wie die Schwere, bewegt sich nach eigenen Gesetzen, und kommt auch nach solchen ins Gleichgewicht. Sie wirkt der Kohäsions- und in manchen Fällen auch der Adhäsionskraft entgegen; daher ist sie einigen die Repulsionskraft selbst, (vergl. S. 140; zwei leichtbewegliche Körper, im luftleeren Raume erhitzt, stoßen sich ab) Andern eine vibrirende Bewegung, Vielen ein eigener Stoff, Wärmestoff, Caloricum. Die W. wirkt auf das Gemeingefühl, wie das Licht auf das Auge, der Schall auf das Ohr. Vielleicht ist W. nur das Gefühl der Ausdehnung der Theile unseres Körpers. — Durch die elastischen

Flüßigkeiten und den leeren Raum verbreitet sich die W. von ihrem Entstehungsquell aus in geraden Linien, wo sie **strahlende** W. genannt wird, mit außerordentlich großer, aber noch ungemessener Geschwindigkeit. Ihre Intensität nimmt ab mit dem Quadrate der Entfernung vom Entstehungspunkt. Die strahlende W. geht geradlinig durch die Luft, ohne merkliche Schwächung, und ohne durch jene in ihrer Bewegung viel gestört zu werden. Die Wärmestrahlen lassen sich wie die Lichtstrahlen durch Metallspiegel, aber nicht durch Glasspiegel und Linsen konzentriren; auch lassen sich die von einem dunkelroth glühenden Körper kommenden gleich den Lichtstrahlen **polarisiren**. (Wichtige Beobachtungen über die Polarisation der W. durch Turmaline hat Melloni in den Sitzungen der franz. Akad. vom 25. Jan. und 8. Febr. 1836 mitgetheilt. l'Inst. 1836. p. 25 und 43. Ueber die Polarisation der Wärmestrahlen durch fortschreitende Rotation wurde eine Notiz von Melloni und Biot in der Sitzung vom 22. Febr. gelesen. l'Inst. 1836. p. 71 folg.). Durch die liquiden und festen Körper, und auch durch die Gase verbreitet sich die W. langsam, allmälig. Sehr gut leiten die Metalle die W., viel minder schon die übrigen schweren und dichten Körper. Setzt man die Leitungsfähigkeit des Goldes nach Desprez auf 1000, so ist die des Silbers 973, Platins 981, Kupfers 898,2, Eisens 374,3, Zinks 303,9, Bleies 179,6, Marmors 23,6, Porzellans 12,2. — Die W. dehnt die Körper, in welche sie tritt, nach ihrer Beschaffenheit in verschiedenem Grade und nach verschiedenen Gesetzen aus, und häuft sich in ihnen auch in ungleicher Menge an. Die Körper haben demnach verschieden große **Wärmekapazität**, vermöge welcher sie verschiedene Wärmemengen bedürfen, um gleiche Hitzegrade zu erreichen, und beim Erkalten auf gleiche Grade verschieden lange Zeit brauchen. Setzt man die Wärmekapazität des Wassers bei 22° R. auf 1,0000, bei 80° R. auf 1,0127, so ist jene des Eises 0,9000, des Quecksilbers von 0°—100° = 0,0330, der Holzkohle 0,2631, des Brennöls 0,7100, des Eisens 0,1098, des Platins 0,0314. Der Siedepunkt einer Flüßigkeit hängt nicht allein von ihrer Wärmekapazität, sondern auch von dem auf ihr lastenden Druck ab. Stärkerer Druck erhöht, geringerer vermindert die Siedhitze, weil im erstern Fall die in der siedenden Flüßigkeit sich bildenden Dämpfe eine größere, in letzterem, bei geringerem Druck eine verminderte Spannkraft haben, und an der Oberfläche der Flüßigkeit deren Spannkraft immer gleich den auf ihr lastenden Atmosphären ist. Auf dem Montblanc siedet Wasser schon bei 86°,30 C., auf dem St. Bernhardshospiz bei 92°,25 C., ist daher zu wenig warm, um Rindfleisch in demselben weich kochen zu können. Die verschiedene Wärmekapazität der Körper hängt entweder (nach Dalton, Dulong und Petit) davon ab, daß jedes

Atom eines einfachen Körpers, möge es groß oder klein sein, gleiche Wärmemenge zur Erreichung einer bestimmten Temperatur bedarf, (wonach aus der spezifischen W. eines Körpers sein Mischungsgewicht bestimmt werden könnte), oder (nach Gmelin) die verschiedenen Körper haben verschieden große Adhäsion gegen sie, weßwegen sie in gleichförmiger Temperatur bald mehr, bald weniger Wärme einsaugen. Die W. heißt freie, ungebundene, fühlbare, wenn sie vermöge ihrer Elastizität die Körper sogleich wieder verläßt, wenn benachbarte Körper niedrigere Temperatur zeigen. Hat ein fester oder tropfbarer Körper sich mit W. gesättigt, so läßt er den Ueberschuß durchdringen, und die W. wird hiebei gleich dem Lichte, aber in anderem Grade gebrochen. Das Durchlassen von Wärmestrahlen, diatherm sein, steht mit der Durchsichtigkeit der Körper nicht in geradem Verhältnisse. Vielleicht lassen sogar einige undurchsichtige Körper W. durch. Wärmestrahlen, welche ein Körper weder durchläßt, noch absorbirt, werden von ihm reflektirt. Je erhitzter ein Körper ist, und je rauher seine Oberfläche, desto mehr Strahlungsvermögen hat er. Je größer das Strahlungsvermögen, desto größer ist auch das Absorptionsvermögen. Die Fortpflanzung der W. im Innern fester Körper ist eine wahre Strahlung von Punkt zu Punkt. — Alle wägbaren Flüßigkeiten entstehen durch Verbindung wägbarer Stoffe mit bestimmten Wärmemengen. In ihnen ist die W. chemisch gebunden, latent, verborgen, und hat bis auf einen gewissen Grad ihre Elastizität verloren. Feste Körper werden durch W. flüßig, schmelzen; flüßige in Folge entweichender W. fest, erstarren, gefrieren: beides bei höchst verschiedenen Temperaturen. Manche Körper sind im erstarrten Zustande weniger dicht, als im flüßigen (so Wasser, Gußeisen, Wismuth, Spießglanz), die meisten aber dichter. (Da es, unter Anderem in geologischer Rücksicht interessant sein muß, zu erfahren, welche Veränderungen solche Körper erleiden, welche sehr lange in geschmolzenem Zustande bleiben, so sprach die brittische Verbindung für Förderung der Wissenschaften 1833 den Wunsch aus, hierüber, was bis jetzt nicht geschehen ist, Versuche anzustellen. Der Präsident Brisbane kündigte daher 1834 an, daß sich diesem Wunsche gemäß, eine Anzahl Körper in den Oefen befänden, die man erst nach 10 Jahren zur Untersuchung herausnehmen würde). Alle wägbaren Stoffe können sich (obwohl dieses noch nicht für alle nachgewiesen ist) mit W. zu Gasen verbinden (vergl. S. 141), wenn der nöthige Raum hiezu gegeben ist, die Kohäsion des wägbaren Stoffes überwunden wird ꝛc. Wie in den wägbaren Stoffen, wo die W. latent wurde, ist sie auch in den Gasen für Gefühl und Thermometer nicht mehr bemerkbar. Alle Gase nehmen, obwohl in verschiedenen Graden, einen ungemein größern Raum

ein, als die festen oder tropfbarflüßigen Körper, welche sich in sie durch Wärmeaufnahme verwandelt haben. Außer Druck und Erkältung werden die Gase wieder verdichtet durch die chemische Anziehung wägbarer Stoffe gegen die wägbare Grundlage des Gases. — Nothwendig wird W. frei, dem Gefühl merkbar, wenn ein gasförmiger Körper in flüssigen, oder ein flüssiger in festen Zustand übergeht. Bei Verbindung wägbarer Stoffe mit einander wird W. bald frei, bald verschluckt. Frei wird W., wenn chem. sehr entgegengesetzte Körper, also solche von lebhafter Anziehung auf einander wirken, wie Sauerstoff, Chlor, Jod, Phosphor, Schwefel auf Metalle, starke Säuren auf starke salzfähige Basen u. s. w. Gebunden wird W. bei gewissen chemischen Verbindungen, wo feste Stoffe tropfbarflüssig werden, und wo schwache chemische Anziehung herrscht, wie bei Auflösung mancher Salze in Wasser und verdünnten Säuren, und Zusammentritt mancher Salze mit Schwefel- oder Salpetersäure, Eis oder Schnee, in welchen Fällen Kälte erzeugt wird. Dasselbe findet auch, wiewohl nur selten, beim Zusammentritt mancher Flüssigkeiten statt. W. entwickelt sich auch beim Eindringen tropfbarer Flüssigkeiten in gepulverte oder sonst verkleinerte feste Körper, und beim mechanischen Zusammendrücken und Verdichten der Körper, in welch letzterm Fall die Wärmekapazität vermindert wird. Werden Körper ausgedehnt (ohne Veränderung des Aggregatzustandes) so wird W. gebunden, weil die Wärmekapazität jener erhöht wird. — Die Hauptwärmequelle ist die Sonne. Ausserdem wird W. erzeugt durch Stoß und Reibung, chemische Wirkungen, die Elektrizität und den Lebensprozeß sekundärer Organismen. (Im Sonnenspektrum, so wie im Spektrum anderer leuchtender Körper sollen nach Einigen eigene Wärmestrahlen enthalten sein, nach Andern sollen die farbigen Strahlen selbst verschiedene Wärmekraft besitzen, am meisten die rothen; nach Seebeck soll die wärmste Stelle noch außerhalb des rothen Strahles fallen). Durch Reibung soll man nach Rumford's Versuchen beim Kanonenbohren ꝛc. unbeschränkt W. entwickeln können. Die Erzeugung von W. durch den Lebensprozeß ist physikalisch nicht erklärbar. — Alle Körper können durch Wärme zum Leuchten gebracht werden. Wahrscheinlich leuchten — uns unmerkbar, — die Körper schon bei geringer Erwärmung. — Verbrennen ist eine Verbindung von Stoffen, bei welcher Licht und Wärme entwickelt wird. Für die meisten Körper ist der Sauerstoff Zündkörper und sie sind gegen ihn Brennstoffe. Manche Körper (sog. Pyrophore) wie das Wasserstoffperphosphorid entzünden sich schon bei niederer Temperatur, wenn sie in Sauerstoffgas oder atmosphärische Luft kommen; andere müssen erwärmt werden. Flamme ist nichts, als das verbrennende leuchtende Gas. Ihre

Lichtstärke und Farbe ist nach der Natur der brennenden Körper höchst verschieden. Sie erscheint beim Verbrennen ausdehnsamer Körper, während feste und tropfbare, welche beim Verbrennen keine flüchtigen Produkte liefern, nur glühen. Die ausdehnsamen können nach Umständen sowohl glühen als brennen. Der Rauch besteht aus flüchtigen Theilen (meist Wasserdampf und fein zertheilter Kohle), welche nicht erhitzt genug sind, um zu brennen. Die entwickelte W. ist beim Verbrennen desto größer, je schneller und vollkommener dieses erfolgt. — Manche nehmen an, daß im Verbrennen der Sauerstoff mit dem brennenden Körper, und der Wärmestoff des Sauerstoffs mit dem Lichtstoff des brennenden Körpers sich verbinden. Andere verwerfen das Dasein eines eigenen Wärmestoffes, weil ein solches Fluidum sich mit den Strahlungserscheinungen der W. nicht verträgt, und weil beim Reiben und Bohren Körper nicht unerschöpflich W. spenden könnten. Letztere halten W. und Licht für identisch, glauben, daß was uns nur als W. erscheine, für andere Wesen schon Licht sei, und setzen das Wesen der W., wie jenes des Lichtes in Aetherschwingungen. Instrumente zum Messen der W. sind bekanntlich die Thermometer und für hohe Grade die Pyrometer.

Elektrizität (von ἤλεκτρον, Bernstein, an welchem sie schon im Alterthum beobachtet wurde), nennt man die Kraft, die jeder Körper erhalten kann, andere kleine Körperchen anzuziehen, und sie nach der Berührung abzustoßen, oft auch Lichtschein, Phosphorgeruch zu zeigen, und eine Empfindung wie von Spinnwebenberührung zu erregen. — Eine Metallnadel mit Glashütchen frei auf einer Spitze spielend, oder eine kleine Korkkugel an einem Seidenfaden hängend wird schon von ferne von einem elektrischen Körper angezogen, und nach geschehener Berührung abgestoßen. Die Nadel, mit einer geriebenen Glas- oder Siegellakstange berührt, zeigt sich an allen Punkten elektrisch, und zieht selbst leichte Körper an, was nicht der Fall ist, wenn ihr Hütchen aus Metall besteht. Das Glashütchen hat demnach die Entweichung der mitgetheilten E. verhindert. Eine Harzstange, mit einem elektrischen Körper berührt, zeigt sich nur an der Berührungsstelle elektrisch; ein auf Glas ruhender Metallkörper wird an allen Punkten elektrisch, wenn man ihm E. auch nur an einem Punkte mitgetheilt hat. Wird das Metall berührt, so verliert es seine E. gänzlich; das elektrisirte Glas verliert sie nur an der Berührungsstelle. Das Metall ist also ein guter Leiter; das Harz und Glas ein schlechter, oder Isolator. Gute Leiter sind überhaupt alle Metalle, Erze, die meisten Salze, gut gebrannte Kohle, feuchte Erde, viele Flüssigkeiten, Säuren, Dünste, lebende Pflanzen und Thiere. Schlechte Leiter sind alle Harze, Glas, Seide, Haare,

Federn, die trockenen Metalloxyde und Gase, durchsichtige Edelsteine ꝛc. Diese nehmen zwar die E. an der Oberfläche auf und halten sie fest, lassen sie aber nicht weit eindringen. In der Mitte zwischen guten und schlechten Leitern stehen die meisten Steine und Erden. — Theilt man der auf Glas ruhenden Metallnadel die E. einer geriebenen Glasstange mit, so wird sie von einer geriebenen Siegellakstange angezogen, von jeder geriebenen Glasstange aber abgestoßen. Es giebt also 2 E., eine Harz- nnd Glaselektrizität, welche man aber jetzt richtiger, weil sie in jedem Körper erzeugt werden können, negative oder — (Harz-) und positive, oder + (Glas-) E. nennt. Die gleichnamigen E. stoßen sich nun ab, die ungleichnamigen ziehen sich an. Beide E. sind unwägbar, verbreiten sich sehr schnell und gleichförmig durch die sie leitenden Räume, und lassen sich in jedem (leitenden oder isolirenden) Körper in verschiedener Menge anhäufen. Die in einem Körper angehäuften E. betrachten einige als durch Adhäsion lose gebunden. — Veranlassungen der E. sind Berührung, Druck, Trennung, Reibung, Formänderung, Temperaturänderung, Chemismus, Licht, Magnetismus und der Lebensprozeß der sekundären Organismen. — Beide E. haben gegeneinander sehr starke Anziehung. Aus ihrer Vereinigung entsteht die ruhende E., nach den Elektrochemikern, wie oben gesagt, nichts Anderes als Licht und Wärme. Nach ihnen ist die E. in allen Körpern vorhanden, und wird durch verschiedene Veranlassung zerlegt, so daß positive und negative E. für sich frei werden. — E. in Ruhe erkennt man durch Anziehung und Abstoßung, E. in Bewegung oder der elektrische Strom (welcher aus elektrischen Körpern abfließt, — wenn sie nicht von schlechten Leitern umgeben sind, — worauf dann jene wieder in den natürlichen Zustand übergehen), bringt an lebenden Wesen Erschütterungen und Sinnesaffektionen, an thierischen Muskeln Zuckungen (wodurch eben Galvani die nach ihm genannte Elektrizität entdeckte, als zufällig präparirte an Kupferhacken befestigte Froschschenkel den eisernen Balkon berührten, an dem er sie aufgehängt hatte), — ferner Licht und Wärme, (zum Theil höchst gewaltsame) mechanische Veränderungen, chemische Zersetzung, Magnetisirung und eigenthümliches Geräusch hervor. Die E. im Gleichgewicht erkennt man durch die Elektroskope; ihre Spannung oder Intensität durch Coulombs elektrische Wage. — Die Anordnung der E. auf die Oberfläche eines Körpers geschieht so, daß die Wirkungen der einzelnen Oberflächentheilchen auf einen Punkt im Innern sich gegenseitig aufheben. Auf einer Kugel bildet daher die E. eine überall gleich dichte Schichte, — auf elliptischen Körpern häuft sie sich an den gekrümmten Stellen an, und strömt daher so gerne an Spitzen ein und aus. — Werden ein + und — elektr. Körper einander genähert,

so verbinden sich ihre E. unter Licht- und Wärmeentwicklung, so daß jene dann nicht mehr elektrisch erscheinen, — wobei auch Anziehungen sichtbar sind, und Nichtleiter durchbrochen werden, oft, wie z. B. durch den Blitz, mit unwiderstehlicher Gewalt. E. durch Leiter gehend, erhitzt sie bis zum Glühen und Schmelzen. Ist ein mit einer E. beladener Leiter von einem ruhende E. enthaltenden Nichtleiter getrennt, so sucht z. B. die + E. des erstern sich mit — E. zu vereinigen: es trennt sich ein Theil der ruhenden E. des Nichtleiters in + und — E., und die — E. strömt in jenen Theil desselben, welcher dem Leiter am nächsten ist, während in den entferntern Theilen des Nichtleiters + E. frei wird. (Hierauf beruht Franklin's Tafel und die Leidenerflasche). — Manche Krystalle, so vom Topas, Axinit, Mesotyp, Diamant, Schwefel und v. a. zeigen beim Erwärmen an den entgegengesetzten Enden ihrer Axen entgegengesetzte E.; am Turmalin wechseln diese beim Erhitzen und Erkalten; beim Boracitwürfel sind 4 Ecken +, die andern — elektrisch. — Berühren sich 2 Metalldräthe von ungleicher Erwärmung, so wird der kältere +, der heißere — elektrisch. (Thermoelektrizität) — Feste Körper, z. B. Mineralien, werden durch Aneinanderreiben oder durch Drücken entgegengesetzt elektrisch, doch müssen gleichartige Körper verschiedene Oberflächen oder verschiedene Erwärmung haben. (Eine Korkscheibe an eine Scheibe von Kautschouk, Steinkohle, Bernstein, Kupfer, Silber gedrückt, wird +, an eine Scheibe von getrockneten thierischen Substanzen, Schwerspath, Flußspath, Doppelspath, Gyps gedrückt, — elektrisch). Zerrissene Glimmerblätter, Spielkarten rc. zeigen entgegengesetzte E.; alles wahrscheinlich in Folge der Molekularaufhebung. Körper von ungleicher Oberfläche erregen schon Volta'sche E.; so besteht Watkin's Säule blos aus Zinkplatten und Luftschichten dazwischen. Ungleichartige feste und flüssige Körper nehmen schon bei ruhiger Berührung schwache entgegengesetzte E. an, — von desto größerer Spannung, je heterogener sie sind. (Graf v. Maistre bemerkte, daß wenn man Oel auf Wasser gießt, dort wo sich beide Flüssigkeiten berühren, Volta'sche E. wirksam wird; denn senkt man einen Messingfaden in ein Glas, halb mit Oel, halb mit Wasser gefüllt, so findet man nach einigen Stunden einen grünen Ring an der Berührungsstelle von Oel und Wasser, obwohl der ganze übrige Faden keine Spur von Oxydation zeigt. l'Inst. 1835. p. 176). — Durch Reiben an Wolle werden nach Hauy + elektrisch und isolatorisch wahrscheinlich alle Mineralien der Erden, Alkalien und Säuren; + und leitend: Wismuth, Zink, Blei, Kupfer, Messing, Silber, Silberamalgam; — elektrisch und nicht leitend: Schwefel, Talk, mehrere Inflammabilien, Zinnober, viele Eisen- und Kupfererze; —

elektrisch und leitend: Arsenik, Antimon, Zinn, Gold, Platina und viele andere Metalle. Ein Stoff, der mit allen andern + elektrisch wird, ist der am meisten positiv elektrische; der entgegengesetzte der am meisten negativ elektrische. (Vergl. hiefür die Tabelle S. 164). — Bei der chem. Vereinigung oder Trennung zweier Stoffe wird ebenfalls öfters E. entwickelt. — Folgende Fische vermögen in sich die beiden E. in großer Spannung anzuhäufen, und elekt. Schläge zu ertheilen: Torpedo unimaculata, marmorata, Galvanii, Narke; Silurus electricus, Tetraodon electricus, Gymnotus electricus. Auch soll Reduvius serratus E. zu äußern vermögen. An den Haaren der Thiere, wie des Pferdes, der Katze ganz besonders, und des Menschen werden häufig elektrische Phänomene beobachtet, und die Selbstverbrennung des letztern dürfte wesentlich hierauf beruhen. Auch Pflanzen strömen vielleicht elektrisches Licht aus; so Dictamnus fraxinella. — Am kräftigsten erregen aber die E. die **Elektrisirmaschine** (welche die E. durch **Reibung** in größter Spannung liefert, d. h. sie in größter Menge auf eine bestimmte Oberfläche anhäuft), die **Volta'sche Säule** (welche E. durch **Berührung** heterogener, in Scheiben aufgeschichteter, durch gut leitende Flüssigkeiten getrennter Metalle, z. B. des Zinks und Kupfers liefert), und die mächtigen Apparate, welche (auf dem Prinzip der Leidenerflasche beruhen, und) als **Trogapparat**, **Kalorimotor**, **Hare's Deflagrator**, bekannt sind. Ihre Beschreibung gehört nicht in dieses Werk, welches die allgemeinen Kräfte nur als Agentien im Naturorganismus zu betrachten hat. — Der elektr. Funke vermag Gase zu entzünden, so wie Weingeist, Kolophonium, Schießpulver, theils als Funke, theils durch Kompression in den Gasen. — E. kann chemische Verbindungen veranlassen oder lösen. Sie zersetzt z. B. Wasser und viele verdünnte Säuren, Ammoniak, Erd- und Kalimetalle. Der eine oder die einen Bestandtheile erscheinen dann (wenn die Zersetzung durch die Volta'sche Säule vorgenommen wird), am positiven, die andern am negativen Pol, was von ihrer chemischen Natur abhängt. Wasser besteht bekanntlich aus Wasserstoff und Sauerstoff; der Sauerst. setzt sich am +, der Wasserst. am — Pol ab; Salpetersäure besteht aus Sauerst., welcher sich am + und Stickstoff, welcher am — Pol angesammelt wird, weil in diesen Fällen Wasserstoff und Stickstoff, obwohl in der allgemeinen Reihe zu den — elektrischen Stoffen gehörend, doch weniger — als Sauerstoff sind, zu diesem sich gleichsam + verhalten, und deßwegen zu dem dem Sauerstoff entgegengesetzten, also positiven Pol übergeführt werden müssen. Durch die Volta'sche Säule hat Davy zuerst mehrere Metalle der Erden und Alkalien aus ihren Verbindungen mit Sauerstoff reduzirt. Die E. zersetzt sowohl flüssige als feste Stoffe, wenn

letztere einen oder mehrere im Wasser lösliche Bestandtheile enthalten. Am besten geschieht dieses durch die Volta'sche Säule, aber auch schon eine einfache galvanische Vorrichtung (z. B. 2 heterogene Metallplättchen in eine zusammengesetzte Flüssigkeit gebracht) vermag Flüssigkeiten zu zersetzen. Befindet sich ein Metall in oxydirenden auflösenden Fluidis, steht aber mit einem elektropositivern Metall in Verbindung, so richtet sich die Kraft der Flüssigkeit blo[ß] auf dieses; an ihm, als dem positiven Pol setzen sich Sau[erst]off und Säure, am elektronegativern Metall Wasserstoff und andere es nicht auflösende Stoffe ab. So lehrte Davy den Kupferbeschlag der Schiffe vor der zerstörenden Wirkung des Seewassers mittelst Zink- oder Eisenplatten schützen. — Die E. vermögen selbst die stärksten Anziehungen wägbarer Stoffe gegen einander aufzuheben. Die Ursache hievon ist noch nicht aufgeklärt. Vielleicht bedürfen (nach der elektrochemischen Theorie) die Stoffe, wenn sie aus ihren Verbindungen isolirt hergestellt werden sollen, eine bestimmte Menge E., die sie bei ihrer Vereinigung als Feuer verloren haben; oder (nach de la Rive) der Sauerstoff ist an sich + elektrisch, und wird deßwegen von der — E. bei ihrem Eindringen aus der Säule in die Flüssigkeit gebunden, und bis an den + Drath übergeführt, während die + E. den Wasserstoff bindet, und ihn an den — Drath überführt; oder (nach Grotthuß) der Wasserstoff verbindet sich am + Pol mit der + E., der Sauerstoff am — Pol mit der — E.; beide werden alsdann von den gleichnamigen Polen abgestossen, den ungleichnamigen angezogen, und erscheinen in freier Gestalt erst an den entgegengesetzten Enden; oder endlich (nach Davy) ist der Sauerstoff des Wassers an und für sich — elektrisch, und wird daher vom — Pol abgestossen, vom + Pol angezogen, und umgekehrt verhält sich der Wasserstoff. Baumgartner hingegen denkt sich die Elektrizitätserregung bei einem Volta'schen Elemente als den Erfolg der Molekularveränderung, welche sich berührende Körper, zwischen denen eine Adhäsion statt findet, durch die Adhäsionskraft erleiden. Diese Veränderung beziehe sich oft nur auf die Dichte, bei intensiver Kraft und günstigen Umständen auch wohl auf die chemische Natur der Körper. B. glaubt hiernach, daß die elektrische und Molekularkraft eins und dasselbe sind, und daß letztere jedesmal als E. erscheint, wenn sie aus einer Wirkungsweise in eine andere übergeht, wenn sie z. B. aufhört, die Bestandtheile des Wassers zusammenzuhalten und dafür das Zink oxydirt. (Baumgartner's Naturlehre, 5. Aufl. S. 637.) — Erst vor ein paar Jahren gelang es Wheatstone, durch eine sinnreiche Vorrichtung die Geschwindigkeit des elektrischen Stromes zu ermitteln, welche nach ihm in 1 Sekunde 288,000 engl. Meilen beträgt, also bedeutend größer als jene des Lichtes ist. (l'Institut, 1835,

p. 154 sq.) — E. und Magnetismus stehen in inniger Beziehung. Jeder Körper, durch den ein elektrischer Strom geht, erhält magnetische Kraft. Der Polardrath einer thätigen Volta'schen Säule zieht Eisen an, wie ein Magnet. Ein elektrischer Strom vermag auch Eisen und Stahl zu magnetisiren, und wirkt (nach Oersted) auch auf die Magnetnadel, die er ablenkt. Ein befestigter Magnet wirkt seinerseits auch auf einen beweglichen Polardrath. Der Erdmagnetismus dreht einen um eine Axe beweglichen Polardrath so, daß der elektrische Strom auf der magnetischen Axe der Erde senkrecht steht. Wirkt ein elektrischer Strom auf einen Magnet ein, so sucht sein Nordpol um den Polardrath nach einer Richtung, sein Südpol nach der entgegengesetzten zu rotiren. Faraday, Barlow, Davy, Fechner, Ritchie haben mannigfache Apparate angegeben, durch welche Magnete um Polardräthe, oder diese um Magnete zum Rotiren gebracht werden. Auch 2 auf einander wirkende elektrische Ströme vermögen drehende Bewegungen zu erzeugen. Magnete können elektrische Ströme veranlassen, die (bei gehöriger Unterbrechung der Leiter) Funken geben und das Elektroskop affiziren. In allen Verhältnissen verhält sich ein Magnet wie ein System elektrischer Ströme, und umgekehrt bringt ein solches System magnetische Wirkungen hervor. Einige sehen den Magnetismus nur als das Resultat elektrischer Ströme an. Nach Ampère ist ein Magnet ein Körper, dessen Theilchen von elektrischen Strömen in senkrecht auf seiner Axe liegenden Ebenen umflossen werden. Die neueste Physik betrachtet die elektrischen Ströme, die den Magnetismus veranlassen, als durch die Sonnenwärme erzeugt (denn Wärme vermag ebenfalls sehr gut E. zu erregen) und stützt diese Ansicht vorzüglich auf die Uebereinstimmung in der Richtung der Linien gleicher Wärme an der Erdoberfläche und gleicher magnetischer Kräfte, und das Zusammentreffen der irdischen Magnetpole mit den Wärmepolen der Erde. — Dufay und Symmer, die Dualisten, erklärten die E. für 2 sich in ihren Eigenschaften höchst analoge, und doch in ihren Verhältnissen einander gerade entgegengesetzte unwägbare Flüssigkeiten; Franklin und Aepinus, die Unitarier, nahmen nur eine an, deren relativer Ueberfluß oder Mangel die Erscheinungen der + und — E. hervorbringe. Heut zu Tage verzichtet man wie gesagt, auf elektrische und magnetische Flüssigkeiten, und betrachtet die E. als das Resultat der Molekularkräfte und jeden Magnet als ein System elektrischer Ströme.

Ueber die chemischen Verhältnisse des Lichtes, der Wärme und der Elektrizität vergl. man vorzüglich Gmelin's Handb. d. theor. Chem. 3. Aufl. I. Bd. S. 68, 104, 156 ff.

Magnetismus nannte man ursprünglich nur die eigenthüm-

liche Kraft mancher Eisenerze, unter Erscheinungen doppelter Polarität Eisen anzuziehen. Innerhalb gewisser Wärmegrade kommt sie auch dem Kobalt, Chrom, Nickel und Mangan zu, und durch Kunst können alle Metalle und viele nicht metallische Körper magnetisch werden. Magnetismus äußern ferner alle Körper, in welchen auch nur die kleinsten Eisentheilchen enthalten sind, so Hölzer und lebende Pflanzen, das Blut des Menschen und vieler Thiere. Die Magnete können außerdem noch Elektrizität erregen. Die magnetische Kraft wirkt schon in kleine Entfernung, und wird hiebei niemal durch nichtmagnetische Körper gehindert. Können sich magnetische Nadeln, Prismen, Stangen ꝛc. frei bewegen, so zeigen sie doppelte Polarität, Nord- und Südpol, ziehen andere an den ungleichnamigen (freundschaftlichen) Polen an, und stossen sie an den gleichnamigen (feindlichen) ab. Magnetischer Meridian heißt die Vertikalebene, in welcher sich die Pole eines freihängenden Magnets befinden. Der Winkel, den dieser mit dem geographischen Meridian eines Orts bildet, heißt Deklination oder Abweichung des Magnets. Man bemerkt, daß im Schwerpunkt freischwebende Magnete sich mit dem Nordpol gegen den Horizont senken, was Inklination oder Neigung genannt wurde. Die auf die Axe eines freischwebenden Magnets vertikale Ebene heißt magnetischer Aequator. Inklination wie Deklination hängen vom Magnetismus der Erde ab. Auch der Magnetismus wurde durch Annahme zweier sich entgegengesetzter, aber doch höchst analoger unwägbarer Flüssigkeiten erklärt, bei deren gestörtem Gleichgewicht ein Körper magnetisch erscheine, während er sonst sich im natürlichen Zustande befinde. In jedem ungemein kleinen Theile eines magnetischen Körpers (jedem „magnetischen Elemente") müßten indeß die beiden magnetischen Fluida, nördliches und südliches vorhanden sein, wie eine in Stücke zerschnittene magnetische Eisenstange beweist, von welcher jeder Theil sogleich Nord- und Südmagnetismus zeigt. Koerzitivkraft heißt jene Kraft, welche sich der Trennung des magnetischen Fluidums in einem magnetischen Elemente in seine zwei Polaritäten wiedersetzt. — Künstliche Magnete werden erzeugt durch bestimmte Lage gegen die Erde (eine weiche Eisenstange in den magnetischen Meridian mit bestimmter Inklination gehalten, wird sogleich magnetisch, hört aber auf es zu sein, so bald sie in eine auf diese Richtung senkrechte gebracht wird), Annäherung, Berührung, Streichen mit einem Magnete, durchgehende elektrische Ströme, und nach Morechini u. A. auch durch Einwirkung des violetten, weniger des blauen und grünen Strahles des Sonnenlichtes, so wie durch Einwirkung des vollen Sonnenlichtes auf an einem Ende polirte Stahlnadeln. Das Gewicht einer Stange von Stahl wird durch Magnetisiren durchaus

nicht geändert, indem jedes magnetische Element derselben gleich stark von der Erde angezogen und abgestossen wird. Feiner, als durch Versuche mit Gewichten u. s. w. erkennt man Vertheilung und Stärke der Kraft eines Magnets, wenn man ihn frei aufhängt, ihn in Schwingungen versetzt, und die Anzahl derselben in einer bestimmten Zeit, betrachtet. Hiedurch erfährt man auch den Einfluß des Lichtes, der Wärme und der mechanischen Einwirkung auf einen Magnet. Man hat in neuester Zeit an mehrern Orten eigene magnetische Observatorien zu diesem Zwecke errichtet. In Göttingen z. B. verbindet eine Drathkette die Sternwarte, das magnetische Observatorium und das physikalische Kabinet, in einer Länge von 11,000 Fuß. Wird ein galvanischer Strom mit der Kette in Verbindung gesetzt, so erscheint die Bewegung der drei Magnetstäbe in den Apparaten der drei Orte so augenblicklich, daß ihr Anfang sich auf einen kleinen Bruch einer Sekunde genau beobachten läßt, und die Unmeßbarkeit der Zeit, in welcher der Strom 11,000′ durchlauft, erhellt. — Ein Magnet sucht in jedem ihm genäherten Körper Magnetismus aufzuregen, d. h. Nord- und Südpolarität hervorzurufen, was nach der Natur der Körper leichter oder schwerer erfolgt. Man ist in neuester Zeit geneigt, die magnetische Kraft der verschiedenen dieselbe äußernden Körper nur als einen Ausfluß der magnetischen Kraft der Erde, und jene nur als Träger zu betrachten. Ueber den Erdmagnetismus und das Nordlicht, welches höchst wahrscheinlich ein magnetisches Lichtphänomen ist, vergleiche das vierte Buch. —

Drittes Buch.

Von den primären Organismen, oder den Weltkörpern.

I. Hauptstück.

Einleitende Betrachtungen.

Alles, was in Raum und Zeit existirt, und gewisse Prädikate hat, ist nur in Folge einer Beschränkung der unendlichen, unerschöpflichen Kraft entstanden, welche als solche keine einzelnen Eigenschaften hat, die erst an ihren Produkten hervortreten. So wie aus dem Weltgeist, welcher das All durchdringt, sich eine Besonderheit ablöst, so muß sie nothwendig positive Eigenschaften zeigen, wodurch sie in bestimmte Beziehungen zu andern Besonderheiten tritt, welche alle gleichsam nur Bruchtheile der unbegrenzten, jedoch an und für sich unbestimmten, aber nach außen in unzählbaren Bestimmungen und Verhältnissen auftretenden Kraft sind.

In den Stoffen erkennen wir Beschränkungen des Unendlichen nach physischen und chemischen Qualitäten. In der sinnlich so verschiedenen Erscheinung desselben Stoffs in seinen Verbindungen z. B. mit Sauerstoff als Oxydul, Oxyd, Säure, oder mit andern Stoffen stellt sich ein Wechsel der Kraftverhältnisse dar, wobei andere Reflexion, Brechung,

Polarisirung des Lichtes, andere Gewichte, andere Volumina, andere Gefühls-, Geschmacks-, Geruchsaffektionen herauskommen. Durch ihre unaufhörlichen Verbindungen und Zersetzungen wird die Stoffwelt zu einem immer sich Verwandelnden, zum Unbeständigen in Raum und Zeit. So weit man dieses (z. B. aus dem Gehalt der Meteormassen) beurtheilen kann, sind auch außer der Erde dieselben Stoffe vorhanden, jedoch in verschiedener Vertheilung. Stoffe derselben Art können sich an den verschiedensten Punkten des Raumes vorfinden. Es sollte aber nun zu Beschränkungen des Weltgeistes nicht bloß nach chemischen und physischen Qualitäten, sondern auch nach räumlichen Verhältnissen kommen. Es sollten Wesen aus ihm hervorgehen, deren Eigenschaften sich nicht nach einer unbestimmten, zufälligen, unbegrenzten Folge änderten, sondern welche nur eine bestimmte Reihe von Veränderungen durchliefen, die demnach Anfang und Ende hat (während die materialen Atome wahrscheinlich ohne Aufhören bestehen und sich verändern), welche Reihe aus der spezifischen Grundbestimmung eines jeden, und seinen Verhältnissen zu andern resultirte. Zugleich sollte jedes dieser Wesen immer in einer bestimmten Region des Raumes existiren, und es sollten von ihnen nicht, wie von den materialen Atomen, eine unbestimmte Zahl homologer vorhanden sein, sondern jedes sollte ein Konkretes, von allen andern Verschiedenes, Individualisirtes darstellen, neben welchem wohl ähnliche, verwandte, nirgends aber vollkommen gleiche bestünden. Alle angegebenen (und zahlreiche andere) Verhältnisse werden nun durch die Weltkörper ausgesprochen, die bereits im ersten Buch als die primären Organismen bezeichnet wurden (vergl. S. 119). Daselbst sind auch die Gründe angegeben, warum wir sie als organische Wesen ansehen müssen.

Wenn diese Ansicht Vielen, welche die Weltkörper nur als todte Steinmassen, als „rollende Mühlsteine," *) betrachten, fremdartig und parador erscheinen mag, so fällt die

---

*) Als solche bezeichnet sie Autenrieth irgendwo in den nach seinem Tode erschienenen „Ansichten über Natur- und Seelenleben."

Schuld nur der ziemlich allgemeinen Verkennung des wahren Wesens der kosmischen Organismen zu. Einer tiefern Anschauung kann einmal nicht entgehen, daß alle mechanischen Vorstellungen von Aggregation u. s. w. den eigentlichen Grund der Entstehung und Bildung der Weltkörper nicht berühren, sondern nur einen Theil der äussern Erscheinungen hiebei auffassen. Was dann die Harmonie der Bewegungen, die regelmässige Folge der Entfernungen u. s. w. betrifft, wie sie z. B. im System unserer Sonne hervortreten, so wird weder diese erklärt, noch der Grund angegeben, wie denn in der homogenen Materie die ersten Anfangspunkte entstehen können, welche die Grundlage der künftigen Weltkörper abgeben, wenn man auch mit Newton die Materie überhaupt mit Anziehungs- und Abstossungskräften versehen sein läßt, oder ihr mit Kant das Bestreben zuschreibt, „sich in eine geordnete Verfassung zu setzen." Das allerwichtigste Prädikat des individuellen, selbstständigen Wesens eines jeden Weltkörpers ist jedoch seine Centrifugalkraft. Ist er eine todte Masse, ein rollender Mühlstein, warum folgt er denn nicht gleich dem Steine, der zur Erde fällt, jenem Schwerezug, welcher ihn mit ununterbrochener Gewalt gegen seinen Centralkörper zieht, um mit immer beschleunigter Geschwindigkeit auf ihn zu stürzen? Warum sucht er diesem stets zu entfliehen, und sich nach der Richtung der Tangente der Bahnbewegung von ihm zu entfernen? Wir haben in der Centrifugalkraft eine selbstständige vor uns, die der aller Materie gemeinsamen Schwere gerade entgegenwirkt, und durch welche die Körper unseres Sonnen-Systems ihr individuelles Dasein gegen den ihnen jeden Augenblick Vernichtung drohenden Zug der Sonne erhalten. Alle mechanischen Ansichten von einem ursprünglichen Stoß, den sie nach der Tangente erhalten haben, sind ganz unbegründet und hypothetisch. Die Allmacht wirkt nie unmittelbar, wie ein Deus ex machina, sondern mit Kräften und nach Grundbestimmungen, welche sie in verschiedener Art und Proportion an die Einzelwesen vertheilt hat. — Unsere Ansicht von den Weltkörpern streitet nicht gegen die Newton'schen Gesetze der Gravitation. Die himmlischen Körper sind wie alle andern Natur-

wesen an bestimmte Modalitäten gebunden, welche keineswegs ihr Leben aufheben (so wenig als das Leben z. B. der Pflanze, die an bestimmte Zeit des Blühens und Fruchttragens, an eine bestimmte Mischung ꝛc. ihrer Elemente gebunden ist, hiedurch aufgehoben wird), sondern eben die Eigenthümlichkeit ihrer Erscheinungsweise bedingen. Die Entwicklung der Weltkörper, welche die Grundlage der ganzen sekundären Organisation bilden sollen, ist sicher nicht dem rohen mechanisch-chemischen Ineinanderwirken der Atome, aus welchen sie bestehen, und einem nothwendig hieraus folgendem zufälligem und gesetzlosem Verlauf überlassen. Man muß vielmehr auch in ihnen eine höchste, sie durchdringende und beherrschende Einheit annehmen, welche aggregirend, plastisch, obschon bewußtlos, nach in sie gelegten Gesetzen, der Pflanzenseele vergleichbar wirkt, und die Entwicklung regelt, — welche, gleich der Seele der sekundären Organismen, vom Ursprung an in jedem Weltkörper vorhanden ist, aber im Weltraum entsteht, und deren sinnlicher Ausdruck in der Grösse, Dichtigkeit, den Bewegungen und Verhältnissen eines Weltkörpers zu andern seines Systems gegeben ist. Jeder Weltkörper hat durch sie eine eigenthümliche Weise und Richtung seines Daseins erhalten. Auch hier haben wir es daher wieder mit geistigen Prinzipien zu thun, welche wir schon in der Materie annehmen mußten, — jedoch mit einer höhern Kategorie derselben, welche im ersten Buche als Weltkörperseelen aufgestellt wurde. Sie bewirken auch jene wunderbaren Erscheinungen, die man als Licht und Wärme, Elektrizität und Magnetismus kennt, und die polarische Anordnung der Massen, welche z. B. unsern Erdkörper bilden, und die ohne Zweifel, obwohl in vielfachster Abänderung auch in andern Weltkörpern hervortritt. Indem wir jene geistigen Prinzipien als bewußtlose, entstehende und vergehende, nach spezifischen Grundbestimmungen wirkende Kraftwesen bezeichnen, unterscheiden sie sich hinlänglich von ähnlichen Wesen der Pythagoräer und des Hierakles, und noch mehr von den intelligenten, mit Bewußtsein handelnden Weltseelen des Philo Judäus und Ben Maimon.

Durch Wirkung der Weltkörperseelen entstehen also alle

jene wunderbaren kosmischen Organismen, welche in kaum faßbaren Zahlen die unbegrenzten Tiefen des Raumes erfüllen, selbst leuchten oder beleuchtet werden, und bei aller Größe und Schwere ihrer Massen mit der Leichtigkeit des Gedankens durch die ätherischen Regionen ziehen. Alle Zeiten, nach welchen menschliche Verhältnisse gemessen werden, verschwinden gegen die ungeheuern Abstände der Sonnensysteme von einander, und gegen die Milliarden von Jahren, welche ihnen zu ihrer Ausbildung und ihrem Dasein gegeben sind. Der Leib des Menschen, welchen man als Maßstab und Vergleichungsgrund für die ihn umgebende Thier- und Pflanzenschöpfung braucht, verschwindet als nichtiger Punkt schon gegen die kleine Erde, seine Heimath, wie viel mehr gegen die kolossalen Körper der Sonnen. Seinen Geist aber, der einer ungleich höhern Ordnung von Geistern angehört, als jene der Weltkörper sind, schrecken weder Massen, noch Zeiten. Wie groß auch diese sein mögen, sie sind doch immer endlich: der Gedanke unendlich. — Wir betrachten die himmlischen Körper nach ihren hauptsächlichsten Eigenschaften und Verhältnissen, und beginnen mit denjenigen, welche ausserhalb unseres Sonnensystems liegen, das einem kleinen Archipel mitten unter zahllosen Inselgruppen eines grenzenlosen Oceans gleicht.

II. Hauptstück.

Die primären Organismen des Weltraums, oder die Fixsterne, Doppelsterne, Nebelflecken u. s. w.

Literatur. Den größten Theil dessen, was man über die Geschichte des Sternhimmels weiß, verdankt man W. Herschel, welcher die meisten seiner Entdeckungen in den Philosophical Transactions von 1783 an niedergelegt hat. Pfaff unternahm es, sie zu sammeln. Vergl. dessen „W. Herschel's sämmtliche Schriften. I. Bd. Ueber den Bau des Himmels.“ Dresden u. Leipzig. 1826. (Wurde nicht fortgesetzt.) In neuester Zeit haben das meiste hiezu beigetragen: J. Herschel (Philos. Transact. für 1833) namentlich für Nebelflecken und Sterngruppen, und Struve für Doppelsterne.

13

Eine nur etwas aufmerksame Betrachtung des Sternhimmels lehrte bald, daß nur wenige der mit freiem Auge sichtbaren Sterne ihren scheinbaren Ort unter den andern ändern, während die allermeisten zu allen Jahreszeiten, und von den verschiedensten Standpunkten ihre Lage und Entfernung gegen einander beibehalten. Man nannte diese letztern daher Fixsterne, während die ersten (ausser der Sonne) Planeten und Kometen hießen. Der Name Fixsterne ist freilich jetzt ganz unpassend, da ohne Zweifel alle Sonnen eine eigene Bewegung durch den Raum haben, und die Doppelsterne sich ausserdem umeinander bewegen. — Nach allen Seiten erfüllen die leuchtenden Sternheere den Raum, hier zerstreuter, dort dichter stehend, und nach einer gewissen Richtung in einen größten Kreis, in eine leuchtende Zone zusammengedrängt, welche als Milchstraße allbekannt ist. Das freie Auge glaubt in dieser Welt des Lichtes die größte Einförmigkeit zu erkennen, in welche nur die verschiedene scheinbare Größe und Stellung einigen Wechsel bringt: das Fernrohr schließt hingegen in ihr einen überraschenden Reichthum von Bildungen auf, und zeigt ausser den einfachen dem freien Auge sichtbaren Sonnen, zahlreiche Systeme aus 2, 3, 4 oder vielen Sternen bestehend, oft in herrlichen Elementarfarben prangend, dicht gedrängte Gruppen vieler Tausend zusammen gehörender Sterne, und wunderbar gestaltete Nebelflecken, in welchen sich nur noch der vereinigte Schimmer der fernsten Sternsysteme spiegelt, oder wo des Himmels leuchtender Bildungsstoff erst der Formen harrt, welche er annehmen soll. Schon aus dem, was die äussere Erscheinung lehrt, geht eine außerordentliche Verschiedenheit der kosmischen Bildungen hervor, die man mit Recht für so mannigfach erklärt hat, wie es nur immer die sekundären Organismen unserer Erde sein können. — Je mächtiger und lichtstärker die Fernröhre sind, je tiefer sie in den Raum eindringen, desto mehr erweitern sich die Grenzen der sichtbaren Weltschöpfung. Von dieser Seite erscheint also der Gedanke einer Begrenzung derselben nicht gerechtfertigt. Olbers's bekannte, später mitzutheilende Berechnung über die Trübung, welche das Licht bei seiner Fortpflanzung im Weltraum durch den Aether er-

leidet, welcher jenen erfüllt, begegnet dem Einwurf, daß wir bei der Annahme einer unendlichen Zahl von Sonnen, an jedem Punkte des Himmels eine derselben erblicken müßten. Schubert (G. H. v.) bemüht sich hingegen zu erweisen, daß die Nebelflecke ätherische Gebilde von minder großer Ferne seien, als man nach W. Herschel annimmt, daß die Sternensysteme nicht auf gerathewohl in den Raum ausgestreut wären, daß keine Unendlichkeit der Welten statt finde, sondern daß in der Milchstrasse, welche eine bestimmte, gesetzmässige Anordnung ihrer Sternschichten zeige, der Weltenorganismus geschlossen sei. (D. Gesch. d. Natur, Bd. I. S. 52 ff.) Es ist nicht zu läugnen, daß einige Erscheinungen am Himmel auf eine Grenze der Weltschöpfung hinzudeuten scheinen, so daß vielleicht in jenen dunkeln lichtlosen Flecken, wie den Kohlensäcken u. a. ein Einblick in das weltenlose, finstere Chaos eröffnet ist. Wie dem auch sei, so müssen wir uns, gleich der Zeit (wie schon Kant bemerkte) wenigstens auch den Raum unbegrenzt denken. Mag nun dieser nur in einer uns umgebenden unermessenen Region, oder in das Unendliche hinaus mit Welten erfüllt sein, — in keinem Falle wird eine gesetzmässige Anordnung der Sternsysteme, wie sie Schubert für die Milchstrasse annimmt, ausgeschlossen. — Mehrere Astronomen glauben, daß wie die Monde den Planeten, und diese der Sonne, so alle Sonnen einer Centralsonne untergeordnet seien, deren übermächtige Maße und Schwunggewalt jene nöthige, in unermeßlich langen Zeiten ihre Umläufe um sie zu machen. Einige sehen für diese Centralsonne Sirius, Andere Wega in der Leier an. — Alles, was wir — außerhalb unseres Sonnensystems — von Welten erblicken, sind Sonnen, in den verschiedensten Stadien ihrer Ausbildung, oder noch gestaltloser Sternstoff. So erscheinen also die Sonnen als das eigentliche Ingrediens des Weltalls, als die Weltkörper κατ' ἐξοχήν, und ihre etwaigen uns unsichtbaren Planeten, Kometen ꝛc. als eine so unbedeutende Zugabe, wie dieselben im Vergleich zur Masse unserer Sonne, schon in unserem Systeme sind. Es ist übrigens nicht nothwendig, daß alle Sonnen Planeten u. s. w. um sich laufen haben, da das Dasein

einer Sonne für sich allein vollkommen denkbar ist. Eine Sonne ist fürwahr sich selbst genug, denn auf ihr findet sich (wenigstens nach W. Herschels Ansicht von unserer Sonne) der Urgegensatz von Aether und Schwere, Finsterniß und Licht auf das vollkommenste ausgesprochen. So wären die Sonnen Organismen von einfacher, aber erhabenster Art, welche alle Bedingungen ihres Daseins in sich tragen, und durch die Wechselwirkung ihrer Elemente, sich selbst genug existiren. — Die Astronomie unserer Zeit, so hoch ihre Leistungen stehen, ist noch nicht im Stande gewesen, über die Entfernung, die Parallaxe, die scheinbare und wahre Grösse ꝛc. auch nur der vermuthlich nächsten Fixsterne Auskunft zu geben. Sie vermochte sich in dieser Beziehung nicht über das System unserer Sonne zu erheben, und es muß einer glücklichern Zukunft überlassen bleiben, jene hochwichtigen Probleme wenigstens theilweise zu lösen. Jahrhunderte, ja Jahrtausende fortgesetzter genauester Beobachtung durch stets verbesserte Werkzeuge und Methoden werden endlich in jenen hehren Regionen Veränderungen und Vorgänge offenbaren, welche Schlüsse auf ihren Ursprung und auf das Wesen des Fixsternhimmels gestatten.

Schon im Alterthume vertheilte man die Fixsterne ganz willkührlich in eine gewisse Anzahl von Sternbildern, welche in neuerer Zeit sehr vermehrt wurden, zwar viel von ihrer Wichtigkeit verloren haben, (da man den Ort der einzelnen Sterne jetzt sehr genau nach gerader Aufsteigung und Poldistanz bestimmt) jedoch ihrer kulturhistorischen und astrognostischen Bedeutung wegen hier erwähnt werden. Zugleich sind hiebei die in ihnen liegenden Fixsterne erster Größe und einige andere einschlüssig angegeben. Den Alten waren 48 Sternb. bekannt und zwar I. Nördliche: 1. Der große Bär, oder Wagen. 2. Der kleine Bär, kleine Wagen. 3. Der Drache, oder die nördliche Schlange. 4. Cepheus. 5. Bootes, der Bärenhüter (Arktur). 6. Die nördliche Krone. 7. Der Knieende oder Herkules. 8. Die Leyer. (Wega). 9. Der Schwan (Deneb). 10. Cassiopea. 11. Perseus. 12. Fuhrmann (Capella oder Alhajoth). 13. Ophiuchus, der Schlangenhalter, mit der Schlange des Ophiuchus. 14. Der Pfeil. 15. Der Adler (Atair). 16. Der Delphin. 17. Das Füllen. 18. Pegasus. 19. Andromeda. 20. Das Dreieck. 21. Die Locke, das Haupthaar der Berenice (nebst Antinous eigentlich erst von Tycho de Brahe unter die Sternbilder aufgenommen). II. Sternbilder des Thierkreises: 22. Widder. 23. Stier (Alde-

baran, Hyaden und Plejaden, oder das Siebengestirn). 24. Zwillinge (Castor und Pollux). 25. Krebs (Krippe). 26. Löwe (Denebola, Regulus). 27. Jungfrau (Spica). 28. Wage. 29. Skorpion (Antares). 30. Schütze. 31. Steinbock. 32. Wassermann. 33. Fische. III. Südliche: 34. Walfisch. 35. Orion (Beteigeuze, Riegel). 36. Eridanus (Acharnar). 37. Hase. 38. Großer Hund (Sirius). 39. Kleiner Hund oder Procyon (Procyon). 40. Schiff (Canopus). 41. Wasserschlange (Alphard). 42. Becher. 43. Rabe. 44. Centaurus. 45. Wolf. 46. Altar. 47. Südliche Krone. 48. Südlicher Fisch, oder großer Fisch des Wassermanns (Fomahand).

Sternbilder neuern Ursprungs, und zwar I. Nördliche sind: das Einhorn, die Buchdruckerwerkstatt, la Lande's Katze, der Kompaß, die Luftpumpe, der Uranische Sextant, die Taube mit dem Oelzweige, der brandenburgische Scepter, Grabstichel, chemische Apparat, Elektrisirmaschine, Bildhauerwerkstatt, Georgsharfe, Luftballon, Mikroskop, Sobieski'sche Schild, Fernrohr, Einsiedlervogel, Fliege, kleine Triangel, Herschel's Teleskop, Giraffe, kleiner Löwe, Jagdhunde, Mauerquadrant, Rennthier, Erntehüter, Friedrichsehre, Eidechse, Fuchs mit der Gans, Cerberus, Poniatowski's Stier. II. Nur in der südlichen Halbkugel sichtbare: Karlseiche, südliches Kreuz, Indianer, Kranich, Phönix, Biene, südlicher Triangel, Paradiesvogel, Pfau, Malerstaffelei, Südschlange, Schwertfisch, fliegender Fisch, Chamäleon, Tafelberg, große und kleine Wolke, Pendeluhr, rhomboidisches Netz, Sextant, Zirkel, Lineal und Winkelmaß 2c.

Die scheinbare Größe der Fixsterne hat schon lange Veranlaßung gegeben, sie in mehrere Klassen einzutheilen. Ueber ihre wahre wissen wir nichts, da auch die Fixsterne erster Größe in den stärksten Teleskopen nur als untheilbare Punkte erscheinen. Die fünf bis sechs Klassen, welche man von der ersten abwärts noch mit freiem Auge gewahrt, sind nur nach ungefähren Annahmen gebildet. Herschel verminderte den Durchmesser seines 18 zolligen Spiegels durch Bedeckung bis auf 1 Zoll, wo ihm dann Sirius nur als Stern der sechsten Größe erschien, so daß Sirius also $18 \times 18 = 324$ Mal stärker leuchten würde, als die Sterne der sechsten Größe. Er nahm jedoch für die Sterne der ersten Klasse nur eine 100mal größere Lichtstärke an, als für die der sechsten; für die der zweiten nahm er eine 25mal, der dritten eine 12mal, der vierten eine 6mal, der fünften ein 2mal größere Lichtstärke an. Diese ziemlich willkührlichen Annahmen sind übrigens auf gegebene Sterne sehr schwer anzuwenden. Herschel theilt jedoch sonst die dem freien Auge noch sichtbaren Sterne nicht in 6, sondern in 12 Klassen. (Die raumdurchdringende Kraft eines 20füßigen Her-

schel'schen Teleskops ist etwa 70 — 80mal so groß, als die des bloßen Auges, und würde also bis zu Sternen der achthundert vierzig- bis neunhundert sechzigsten Größe reichen; die Kraft des 40 füßigen Teleskops ist 191mal größer, als jene des unbewaffneten Auges, und zeigt noch Sterne der zweitausend zweihundert neunzigsten Größe.) — Außer den 6 mit freiem Auge sichtbaren Sternklassen nimmt man noch 10 teleskopische an. Sterne der ersten Größe zählt man 14 bis 19, der zweiten 70, der dritten beinahe 300, der drei folgenden über 3600, wornach der mit freiem Auge sichtbaren beinahe 5000 sind. In den folgenden Klassen wachsen nun die Zahlen in steigendem Verhältniß. Die reichsten Sternverzeichniße und Sternatlaße enthalten immer nur einen ganz kleinen Theil der Fixsterne, nämlich außer den mit freiem Auge noch die durch ganz schwache Vergrößerungen sichtbaren; so Bode's Uranographia 17,240, Lalande's Histoire céleste 50,000, Beßel's Zonenbeobachtungen etwa eben so viel. — Setzte man voraus, daß im Mittel alle Sterne eine Sternweite (4 Billionen Meilen, das 200,000fache der Entfernung der Erde von der Sonne) von einander entfernt und alle nahe von gleicher Größe wären, so müßten die Sterne der zweiten, dritten, vierten Größe 2, 3, 4 Sternweiten von uns abstehen. Auf demselben Raume des Himmels, auf welchem man im Durchschnitte nur einen Stern der ersten Größe sieht, wird man von den 2mal weiter entfernten $2 \times 2 \times 2 = 8$, von den Sternen dritter Größe 27, von denen der vierten 64 sehen. Erst auf 70,000 Felder des Herschel'schen Teleskops von 20′ kommt ein Stern erster Größe. Würde man im Gesichtsfelde dieses Fernrohrs überall am Himmel nur 1 Stern sehen, so müßte jeder dieser Sterne im Mittel 41 Sternweiten von uns entfernt sein, weil $41 \times 41 \times 41 = 68,921$ also beinahe $= 70,000$ ist. Herschel hatte aber statt eines Sterns an jeder Stelle des Himmels mehrere, oft hunderte, ja sogar tausende im Gesichtsfeld, weßwegen die entlegensten Einzelsterne gegen 410 Sternweiten entfernt sein müßten, und der ganze Himmel mehr als 273,000,000 Sterne enthalten würde. Nimmt man an, daß jede Quadratsekunde einen Stern enthält, so müßten am ganzen Firmament 534,600,000,000 sich befinden, eine sicher noch viel zu kleine Zahl.

Milchstraße nennt man jene prachtvolle Lichtzone, welche als ein größter Kreis, von ungleicher Breite, den Himmel umzieht. Manche alte Astronomen vermutheten schon, daß sie aus zahllosen dichtgedrängten Sonnen bestehe, aber erst Herschel gelang es, sie durch seine starken Telekope, an den meisten Stellen in Sterne aufzulösen. Wahrscheinlich hat dieses ungeheuere Sternensystem die Gestalt einer Linse, und erscheint uns nur, wenn wir nach der schmalen Kante derselben oder nach den Breitedurch-

messern hinsehen, wo die Sonnen in dichtern Reihen hintereinander stehen, als Sterngürtel, während wir nach dem viel kleinern Durchmesser der Dicke, die Sterne einzeln und zerstreut zu beiden Seiten der Milchstraße stehen sehen. Die Pole dieser Linse in letzterer Richtung sind in den sternleeren Gegenden beim Haupthaar der Berenice und Bildhauerwerkstätte. Unser Sonnensystem muß sich nicht weit vom Mittelpunkt dieser ungeheuern Linse befinden, weil wir die Milchstraße fast als größten Kreis am Himmel sehen. Wahrscheinlich sind die Sterne erster Größe doch jene, welche uns noch am nächsten stehen. Wären wir um einen Durchmesser der Milchstraße von ihr entfernt, so müßte sie uns als eine Scheibe von 60° im Durchmesser erscheinen; in der Entfernung von 100 ihrer Durchmesser nur noch 36′ groß; kleiner, als der ebenfalls linsenförmige Nebelfleck in der Andromeda. In einer solchen Entfernung würden wir die Milchstraße auch durch die besten Fernröhre nur als unauflösbaren Nebelfleck sehen. Nun beobachtet man aber an sehr verschiedenen Gegenden des Himmels solche Nebel, von denen Herschel einige noch in Sterne aufzulösen vermochte, während andere seinen stärksten Teleskopen widerstanden. Er ist geneigt, sie für Sonnensysteme, unserer Milchstraße ähnlich zu halten, und setzt die Entfernung der unauflösbaren auf mindestens 10,000 Sternweiten, woselbst unsere eigene Milchstraße nur noch eine Raumsekunde einnehmen würde. Herschel reflektirt über diese Verhältnisse folgendermaßen: Es giebt Gegenstände, welche sich in den stärksten Fernröhren nur so zeigen, wie andere auflösliche Sternhaufen in schwächern Fernröhren, und dieses sind nun höchst wahrscheinlich wirkliche Sternhaufen, aber zu entfernt, um auch durch unsere stärksten Fernröhre noch aufgelöst zu werden. Es finden sich ferner zahlreiche Gegenstände am Himmel, die in jeder Hinsicht wie ein verkleinertes Bild eines leicht auflöslichen Nebels, und wieder andere, die wie ein verkleinertes Bild jenes verkleinerten Bildes aussehen. Sternhaufen, die im 10füßigen Teleskope, welches 28mal tiefer in den Raum eindringt als das bloße Auge, genau so aussehen wie andere mit dem bloßen Auge, wird man mit Recht 28mal so entfernt halten, als die letztern. Auch kann man annehmen, daß ein noch dem bloßen Auge sichtbarer Sternhaufen im 10füßigen Teleskop auch bei 28mal größerer Entfernung sichtbar sein würde. Da nun Sternhaufen in 144 Siriusfernen sich noch dem bloßen Auge zeigen, so mögen andere, die im 10füßigen Teleskop ebenso unbestimmt erscheinen, 4032 Siriusfernen entlegen sein. In so großer Ferne, und vollends in jenen, welche das 20füßige und 40füßige Teleskop noch erreicht, (4,000 bis 11,000, ja 35,000 Siriusweiten) müßen solche Sternhaufen unter einem äußerst kleinen Winkel, zuletzt

nur als etwas größere Sterne erscheinen. Das bewaffnete Auge mag daher in Entfernungen von 100,000 Billionen Meilen und darüber noch Sternsysteme entdecken, deren Licht viele Jahrtausende nöthig hat, um zu uns zu gelangen. Wir sehen daher deren Zustände, wie sie vor vielen Jahrtausenden waren, während manche von ihnen jetzt vielleicht ganz verändert, zu Grunde gegangen sind, oder andere Stellen im Raume einnehmen. — Da alle Fixsterne im Fernrohr als untheilbare Punkte erscheinen, ihr scheinbarer Halbmesser also unbekannt ist, da wir überdieß die Entfernung der Fixsterne von uns, uud drittens auch ihre Parallaxe d. h. den Winkel nicht kennen, unter welchem ein Beobachter in einem Fixstern den Halbmesser der Erdbahn sehen würde, — so ist es unmöglich, die wahre Größe der Fixsterne zu bestimmen. Hätte ein Fixstern eine Parallaxe von 2″ und einen scheinbaren Halbmesser von $\frac{1}{10}$″, so würde sein Halbmesser 11mal größer als jener der Sonne sein. Herschel hielt den Halbmesser von Wega in der Leier = $\frac{1}{6}$″. Nimmt man seine Entfernung gleich einer Sternweite an, so würde sein wahrer Halbmesser $\frac{16}{100}$ Erdweiten, oder 34mal größer als der Halbmesser der Sonne sein. Wäre der Stern Wega nur so groß wie unsere Sonne, oder $\frac{1}{214}$ Erdweite, und sein scheinbarer Halbmesser doch $\frac{1}{6}$″, so müßte die Parallaxe desselben 36″ sein, was längst beobachtet worden wäre. Hätte ein Fixstern eine Parallaxe von 1″ und einen Durchmesser von 1″, so müßte er 206,260 Erdweiten, oder mehr als eine Sternweite, oder 4,000,000,000,000 geogr. Meilen entfernt, und sein wahrer Halbmesser gleich der Erdweite oder 20,000,000 Meilen sein. — Manche Nebelflecke, deren Entfernung Herschel auf 10,000 Sternweiten setzt, erscheinen in dieser ungeheuern Entfernung oft noch mehrere Minuten groß. Nimmt man aber den Halbmesser von irgend einem nur = $\frac{1}{6}$ Minute, so muß seine Parallaxe = 0″,000103, sein wahrer Halbmesser = 96,960 Erdweiten, oder beinahe 2 Billionen Meilen, eine halbe Sternweite sein. — Nach Wollaston verhält sich die Lichtstärke der Sonne zu jener des Sirius wie 20,000,000,000 : 1. Die Quadratwurzel hievon ist 141,400, woraus folgt, daß unsere Sonne erst in einer 141,400mal größern Entfernung, oder beinahe 3 Billionen Meilen so wenig groß und hell wie Sirius erscheinen würde. Hätte letzterer eine Parallaxe von einer Sekunde, oder eine Entfernung von 200,000 Erdweiten, so müßte seine Lichtstärke mindestens 2mal so groß sein, als jene der Sonne; da er aber sicher eine viel kleinere Parallaxe hat, so muß sein Licht noch viel stärker sein. — Da man nicht einmal von den wahrscheinlich nächsten Fixsternen die Parallaxe ausmitteln konnte, so darf es uns nicht wundern, daß uns Planeten ꝛc., welche sich etwa um sie bewegen, bis jetzt gänzlich unsichtbar geblieben sind.

Gewisse Gegenden, z. B. Orion größtentheils, die Leier rc. sind sehr sternreich, andere, wie das Sternbild des Luchses, der Giraffe rc. enthalten nur wenige und kleine Sterne. Die Plejaden enthalten auf weniger als 3 Raumgraden 44 mit freiem Auge sichtbare Sterne, die Krippe auf $\frac{1}{2}^0$ über 40. Wahrscheinlich stehen diese Sterne nicht bloß optisch, sondern physisch nahe aneinander.

Eben so verhält es sich mit den Doppelsternen, von welchen man nun über 6,000 kennt. (Vergl. Littrow, die Doppelsterne, gemeinfaßlich dargestellt. Mit einer Tafel. Wien 1835.) Zwei und mehrere Sterne bilden hier ein System. W. Herschel theilte die Doppelsterne nach Entfernungen der zu einem Paare oder Systeme gehörenden in Klassen ein; jetzt giebt man nur von dem größern Stern eines Paares Rektaszension und Poldistanz an, und fügt die Entfernung der beiden Sterne in Sekunden und den Positionswinkel (Winkel, welchen diese Entfernung mit dem Deklinationskreise des größern Sterns bildet,) bei. Verhältnißmäßig findet man unter den Sternen der ersten Größen viel mehr Doppelsterne, als unter denen der geringern. Meistens ist der eine Stern viel kleiner als der andere, so daß z. B. beim Polarstern, der auch ein Doppelstern ist, der eine zur zweiten, der andere zur elften Größe gehört. — Der Stern β in der Leier besteht aus zwei Paaren, eben so ein Stern im Schwan in Asc. rect. = 20 h, Pol. dist. = 64^0 42′. Zuweilen bilden drei Sterne ein zusammen gehörendes System; so im Orion, AR = 4 h 49′, P = 75^0 45′; Luchse, AR = 6 h 30′, P = 30^0 23′; ζ Krebs, ξ Waage, ψ Cassiopea rc. ϑ im Orion ist vierfach. In der Mitte des Vierecks fand Struve 1825 einen sehr kleinen fünften Stern, der seitdem immer heller wurde. Der Stern σ im Orion besteht aus 16 Sternen. Die Doppel- und vielfachen Sterne bleiben auch bei der allen Fixsternen eigenen fortschreitenden Bewegung durch den Raum (deren Grund man noch nicht kennt) beisammen. Am bedeutendsten scheint diese beim Stern 61 im Schwan zu sein, der sich in einem Jahrhundert, in der Richtung seiner Bahn durch 607 Sekunden bewegt. Bessel und Piazzi haben auf ihn zuerst aufmerksam gemacht. Seit Bradley kennt man ihn als Doppelstern, und seit seiner Zeit sind beide Sterne in der Richtung ihrer Bahn um 7 Minuten gegen die benachbarten fortgerückt. Ihr scheinbarer Weg beträgt jährlich 5 Sekunden, ihre Parallaxe allem Anschein nach nicht ½ Sekunde; der wahre durchlaufene Raum muß also wenigstens 200,000,000 Meilen betragen. Dabei haben sie noch eine gegenseitige Bewegung, so daß sich seit Bradley ihr Stellungswinkel um etwa 60^0 geändert, und ihr Abstand von 20″ bis etwa 15″ abgenommen hat. Von Bradley bis Bessel scheinen sie also ⅙ ihrer Umlaufsbahn durchlaufen zu haben, zu welcher sie 350—400

Jahre bedürfen würden. Ein Planet, welcher in 350 Jahren um unsere Sonne liefe, müßte 50mal so weit, als die Erde von der Sonne entfernt sein; wenn daher die Summe der Maßen jener beiden Sterne der Sonnenmaße gleich wäre, so würde die Parallaxe der Erdbahn nur = $0{,}_{02}$ des scheinbaren Abstands, etwa $\frac{1}{3}''$ ausmachen. Da nun diese Parallaxe unmerklich ist, so darf man vermuthen, daß diese Sterne ebenso viel, und vielleicht mehr Maße als die Sonne haben. (Vergl. Bessel im astron. Jahrb. 1815. S. 209, und astron. Zeitschr. v. v. Lindenau II. 134.) — Außer dem aber bewegt sich bei den Doppelsternen noch ein Stern um den andern, in Kreisen oder Ellipsen, wie der Mond um die Erde. Seit Herschel hat man bei einigen schon einen ganzen Umlauf, bei andern schon ein hinlängliches Segment der Bahn beobachtet, um ihre Größe bestimmen zu können. Der kleinere Stern η in der Krone bedarf 43 Jahre, um sich um den großen zu bewegen; ζ im Krebs 55, ξ im großen Bär 61, 70 Ophiuchus 80, Castor 253, 6 Krone 287, 61 Schwan 452, γ Jungfrau 513 Jahre. Bei Doppelsternen, deren Bahnebene ganz schief gegen uns liegt, hat man sogar schon Bedeckungen des einen Sterns durch den andern beobachtet; so bei τ im Schlangenträger rc. Sterne, die Herschel einfach sah, treten jetzt immer mehr auseinander, wie ξ im Orion, ζ im Herkules, δ im Schwan. Eine sinnreiche Methode, die Entfernung der Doppelsterne von der Erde aus deren verschiedener scheinbarer Geschwindigkeit in verschiedenen Theilen ihrer Bahn (wegen der kürzern oder längern Zeit, welche dann das Licht von ihnen zu uns braucht) zu finden, hat Savary angegeben. Doch sind die dazu nöthigen Beobachtungen noch nicht gegeben. — Savary, Enke, J. Herschel suchten auch die Bahnen der Doppelsterne zu bestimmen, und es gelang ihnen, bei den vorher angeführten acht Doppelsternen, deren Umlaufszeiten man kennt, noch einige andere Elemente derselben auszumitteln, so daß diese acht unter allen Doppelsternen die am besten bekannten sind. Der Doppelstern γ Jungfrau besteht aus zwei gleich großen Sternen, eben so Castor; der Doppelstern σ der Krone ist fünfter und siebenter Größe, der Doppelstern ξ im großen Bär fünfter und sechster Größe, der Doppelstern 70 p Schlangenträger siebenter und achter Größe, 61 Schwan sechster und siebenter Größe, ζ Krebs fünfter und sechster, η der Krone auch fünfter und sechster Größe. — Auch die Doppelsterne gehen in Ellipsen um den Hauptstern, der in einem Brennpunkt derselben liegt, und befolgen hiernach ebenfalls das allgemeine Gesetz der Schwere. — Die einfachen Fixsterne sind gewöhnlich weiß, gelblich, nur selten röthlich (wie Arktur, Aldebaran, Pollux, Antares, α Orion; Sirius gaben die Alten roth an, wir sehen ihn

blendend weiß): bei den Doppelsternen ist gewöhnlich nur der Centralstern weiß, gelblich, röthlich, der Begleiter meistens blau oder grün. Seltener ist der große weiß oder gelb und der kleine roth, oder der große orange und der kleine grün, oder beide blau, — alle Farben häufig sehr lebhaft. Diese Farben scheinen den Doppelsternen, wenigstens den meisten wirklich eigen zu sein, und nicht etwa durch optische Täuschung, als komplementäre hervorgerufen zu werden, wie der jüngere Herschel will; sonst könnte nicht, wenn der eine im Brennpunkte des Fernrohrs mit einem Faden bedeckt wird, der andere doch seine Farbe behalten. — Nahe beisammen stehende oder solche Doppelsterne, wo der eine Stern sehr klein ist, dienen trefflich zur Prüfung der Fernröhre, welche sie, wenn sie sehr gut sind, immer als scharfbegrenzte Punkte zeigen werden. Manche Sterne sind schon durch zweifüssige Achromaten als doppelte zu erkennen, (so ζ im großen Bären, γ in der Andromeda, Θ in der Schlange, $\varkappa$ im Herkules, ζ in der Leier,) während andere (so Castor, π Bootis, ι Trianguli, ζ Cancri, ω Piscium, α Ursi minoris) schon Fernröhre von vier Fuß, noch andere die stärksten Teleskope erfodern. — Da die Doppelsterne ohne Zweifel Sonnen sind, so haben sie vielleicht Planeten um sich laufen, deren Bahnen, da sie von beiden Sonnen, je nach ihrer Maße verschieden stark angezogen werden, ungemein verwickelt und mannigfaltig sein müßen, Ellipsen oder Hyperbeln von der verschiedensten Gestalt, manchmal in sich verschlungene, in sich zurückkehrende Doppellinien, oder gar Spiralen darstellen, deren Bestimmung unserer Analysis unmöglich fallen würde. Welch wunderbares Schauspiel mögen diese Bewegungen und der Auf- und Untergang verschiedenfarbiger Sonnen den Bewohnern ihrer Planeten geben! — Schon 1767 machte Mitchill darauf aufmerksam, daß die Doppelsterne vermuthlich physisch, nicht bloß optisch doppelt wären, was zum Schaden der Wissenschaft nicht gehörig beachtet wurde. W. Herschel fieng 1778 an, die Doppelsterne zu beobachten, und lieferte 1782 und 1785 bereits Verzeichnisse von 720 derselben. Erst 1801 sprach er sich dafür aus, daß man hier Sternsysteme vor sich habe, in welchen ein Stern um den andern sich in regelmäßiger Bahn bewege. Bei allem Dem darf man jedoch überzeugt sein, daß unter den unzähligen Sternen der Milchstraße viele seien, die wirklich nicht physisch, sondern nur optisch neben oder vielmehr hintereinander stehen, und dann freilich nie eine Bewegung um einander zeigen werden. Struve in Dorpat begann 1815 die Beobachtung der Doppelsterne, und fast gleichzeitig auch J. Herschel und South. Ihnen folgten Amici, Bessel, während Savary und Enke die Theorie bearbeiteten. Schon 1827 hatte Struve als erste Frucht seiner

Beobachtungen mit dem großen Fraunhofer, einen Katalog von 3112 Doppelsternen bekannt gemacht, wovon 2392 bis dahin unbekannt waren. Dieser Katalog sollte eine kurze Beschreibung jedes isolirten Systems enthalten, sowohl in Bezug auf Größe, als auf scheinbare Entfernung der einzelnen Sterne, welche es zusammensetzen, nach welcher letztern Struve die Doppelsterne eintheilt. Diese Arbeit hat entscheidend bestätigt, was schon der ältere Herschel erkannt hatte: daß diese merkwürdigen Systeme wirklich begründet sind, durch Wirkung der gegenseitigen Anziehung zusammengehalten werden, und daß die einzelnen Sterne sich um ein gemeinsames Gravitations-Centrum bewegen — das Ganze also durchaus keine optische Täuschung sei. Es handelte sich nun, alle diese Systeme streng zu untersuchen, durch feine Mikrometermessungen die scheinbaren Abstände der einzelnen Sterne und die Direktionslinie, welche ihre Centra vereinigt, zu finden, endlich durch den Reichenbach'schen Meridiankreis den absoluten Ort jedes der Hauptsterne in gerader Aufsteigung und in Abweichung zu bestimmen. Diese Arbeit 1824 begonnen, wurde 1834 von Struve vollendet. Von den 3112 Doppelsternsystemen des Katalogs von 1827, hat der Autor einerseits alle die der fünften Klasse, nämlich jene, deren scheinbare Sternentfernung über 32'' betrug, unterdrückt, und von der vierten Klasse jene, deren Trabant unter der neunten Größe ist, so wie einige zweifelhafte Systeme; anderseits hat er 22 seitdem neu entdeckte Systeme beigefügt, so daß im gedachten Werke das ganze auf 2726 Sternsysteme reduzirt ist. Die Zahl der gemachten Messungen steigt auf 10,000, beinahe vier auf jeden Stern. Da diese Messungen 10 Jahre umfassen, so entdeckte Struve selbst die Umlaufszeit einiger dieser Systeme, z. B. des Sterns η der Krone, λ von Ophiuchus und ζ vom Herkules, deren Perioden nur 43, 20 und 14 Jahre sind. Der Autor beobachtete Verfinsterungen eines Fixsterns durch den andern; endlich fand er, daß die Systeme, deren Sterne uns am nächsten beisammen zu stehen scheinen, in Wahrheit die kürzeste Umlaufszeit zu haben scheinen und vice versa. (l'Inst. 1835, p. 286.) Um die Doppelsterne der südlichen Halbkugel hat sich Dunlop verdient gemacht, und im III. Bd. 2. Abth. d. Denkschr. d. astron. Gesellsch. zu London einen Katalog von 253 derselben gegeben.

Zu den veränderlichen Sternen gehört besonders o im Walfisch oder Mira, der in einer Periode von $331_{/96}$ Tagen von einem Stern zweiter Größe bis zur gänzlichen Unsichtbarkeit abnimmt; β Perseus oder Algol, im Medusenkopfe, der 61 Stunden lang als Stern zweiter Größe erscheint, dann plötzlich schwächer werdend 4 Stunden bis zur vierten Größe abnimmt, in welcher er 18 Minuten verharrt; in den folgenden 4 St. 40 Min.

bis zur zweiten Größe zunimmt, und wieder 61 Stunden diese beibehält; ein Stern im Löwen, der 85 Tage zu, 140 Tage lang abnimmt; ein anderer in der Jungfrau von 145/16 tägiger Periode; einer in der Wasserschlange; zwei in der Schlange des Ophiuchus; einer in der Krone; der Doppelstern α Herkules; β Leier; η Antinous; δ Cepheus rc. Alle haben rothes, nur β Algol weißes Licht.

Von ganz neu entstandenen und wieder verschwundenen Sternen erwähnt Plinius einen 125 v. Chr. erschienenen, welcher Veranlassung zu Hipparch's Sternverzeichniß gab; ein anderer erschien 389 n. Chr. neben dem Sternbilde des Adlers, glich drei Wochen lang der Venus an Glanz, und verschwand gänzlich; auch 945 und 1264 sah man dergleichen; ferner 1572 in der Cassiopea. Dieser wurde von Tycho beobachtet, übertraf Jupiter und Venus an Glanz, nahm nach einem Jahre allmälig an Glanz ab, und verschwand 1574 spurlos. Sein Licht war anfangs blendend weiß, wurde später gelblich, dann röthlich, endlich bleifarben. 1604 erschien ein neuer Stern im östlichen Fuß des Schlangenträgers, 1670 einer im Schwane. Mehrere in ältern Katalogen verzeichnete Sterne werden jetzt vermißt.

Die Lichtnebel außer der Milchstraße theilte W. Herschel in 8 Klassen. Die erste enthielt 288 hellglänzende, nicht mehr in Sterne auflösbare Nebel, die zweite 907 lichtschwache, die dritte 978 sehr matt schimmernde, gleichfalls unauflösbare Nebel. Alle diese sind meistens unregelmässig, und an verschiedenen Stellen ungleich lichtstark. Die vierte Klasse umfaßt die planetarischen Nebel, welche gleichförmig, überall gleich lichtstark sind und die beträchtliche Größe von 5—10 und mehr Sekunden haben; ferner auch die Nebelsterne, eigentliche, hellleuchtende Fixsterne mit kreisrunden, nebligen, verwaschenen Atmosphären, und endlich die Sternnebel, Fixsterne mit besonders gestalteten pinsel- fächer- locken- wulstförmigen Nebeln. In der fünften Klasse stehen 52 sehr große, oft über mehrere Quadratgrad ausgebreitete Nebelstellen mit auslaufenden Zweigen oder Armen. Die Klassen 6, 7, 8 enthalten die Sterngruppen, reiche Sammlungen kleiner, dichtgedrängter Sterne, welche nach einem ganz andern Prinzip angeordnet sein müssen, als unsere Sonne und die benachbarten. In solchen Sternhaufen stehen nämlich oft viele tausend Sonnen in einem Raume beisammen, der noch keine Siriusweite im Durchmeßer hat, während unsere Sonne von den ihr wahrscheinlich nächsten schon eine Sirius- oder Sternweite entfernt ist. Jene der sechsten Klasse sind sehr sternreich; die Sterne der siebenten dicht gedrängt; die der achten unordentlich zerstreut: alle aber beurkunden sich als zusammengehörende Systeme. W. Herschel gab ihre

Orte nur durch Abstände von bekannten Fixsternen an; sein Sohn, welcher in den Philos. Transact. für 1833 ein neues Verzeichniß von 2396 Nebeln und Gruppen lieferte, bestimmt ihre Orte durch die Rektaszension und Deklination. — In neuester Zeit hat Dunlop zu Paramatta in Neu-Südwales den südlichen Himmel beobachtet, und 629 Nebelflecke und Sterngruppen in den Philos. Transact. von 1828 P. I. S. 114 — 146 verzeichnet und abgebildet, so wie ganze Himmels-Regionen der südlichen Hemisphäre bildlich dargestellt. — Die meisten dieser, starke Fernröhre fodernden Gegenstände sind in ganzen Lagern nebeneinander geschichtet, und bilden eine Art Zone, die als größter Kreis über den ganzen Himmel zieht, die Milchstraße unter rechten Winkeln schneidet, und nahe durch die beiden Nachtgleichenpunkte geht. Am meisten gedrängt sind sie in den Sternbildern der Jungfrau, der Berenice und des großen Bären. Gewöhnlich ist die äußerste Gränze solcher Nebellager scharf abgeschnitten, und daselbst der Himmel sehr rein. — Auflösbare Sterngruppen sind: die Plejaden, deren einzelne Sterne zum Theil schon das freie Auge erkennt; eine dem freien Auge als Lichtwolke sichtbare Gruppe im Wehrgehänge des Perseus; die Krippe im Sternbilde des Krebses, und das Haupthaar der Berenice. — Die sehr zahlreichen teleskopischen Sterngruppen sind fast immer rund, oft scharf begrenzt, und scheinen aus gleich großen Sternen zu bestehen, in deren Mitte man jedoch zuweilen einen oder einige größere findet, die oft roth, oder wahre Doppelsterne sind. Oft sind (nach W. Herschel) 10—20,000 Sterne in einen nur 6—8 Minuten großen, kugelförmigen Raum zusammengedrängt und stehen gegen die Mitte zu immer dichter, weßhalb diese heller erscheint. Solche Gruppen befinden sich in AR = 13 h 4′, P = 70° 56′; AR = 13 h 34′, P = 60° 46′; AR = 13 h 58′, P = 60° 40′; AR = 16 h 35, P = 53° 12′; — AR = 21 h 25′, P = 91° 34′, welche letztere einem Haufen Goldsand gleicht; AR = 2 h 10′, P = 33° 38, mit rothem, AR = 5 h 8′, P = 50° 51′ mit orangem Stern in der Mitte; AR = 8 h 5′, P = 95° 16′ mit einem Doppelstern, AR = 21 h 2′, P = 39° 50′ mit mehrern dreifachen Sternen in der Mitte.

Die eigentlichen Lichtnebel mögen theils wirklich noch aus einzelnen Sternen bestehen, welche wegen geringer Größe, oder zu weiter Entfernung nicht mehr einzeln sichtbar sind, — großentheils dürften sie aber wirklich nur gestaltlose Lichtmaßen von ganz außerordentlicher Ausdehnung sein. (Herschel glaubte früher, daß sich alle Lichtnebel bei hinreichend geschärftem Blicke als Sternhaufen darstellen müßten; kam aber später von dieser Meinung zurück, und hielt dafür, daß es außer den aus Sternen beste-

henden Nebeln auch zahlreiche andere gebe, die nur gestaltlose leuchtende Materie wären). Manche von ihnen nehmen einen oder mehrere Quadratgrade am Himmel ein, so daß z. B. einer von 8 □°, wenn er auch nur eine Sternweite von uns entfernt ist, nothwendig den ungeheuern Durchmesser von 200,000,000 M. haben muß. Sehr große Nebel dieser Art finden sich z. B. in AR 0 h 12′, P 85° 34′ von 7°/₆ Ausdehnung; in AR 0° 36′, P 47°3′ von 8°/₆ Ausdehnung ꝛc. Nach W. Herschel sollen alle von ihm beobachteten Nebel einen Raum von mehr als 200 □° am Himmel einnehmen. — Manche kleinere, schon schärfer begrenzte, obwohl noch unregelmäßig geformte, zeigen hie und da auffallend hellere Stellen, oder sind sogar an solchen in Sterne auflösbar; wie z. B. in AR = 12 h 5′ P = 74° 9′, und in AR = 20 h 53′ P = 46° 20′. — In den **Kernnebeln**, die in ganzen Zügen am Himmel erscheinen, (so durch das Haar der Berenice, den großen Bären, die Andromeda und den nördlichen Fisch bis zum Kopf des Centaurs) wird eine solche hellere Stelle zu einem wahren Kern. Manche kleinere, hellere sind ganz rund, mit konzentrischem Kern, wie z. B. in AR = 1 h 16′, P = 81° 20′, und AR = 11 h 10′, P = 76° u. s. w. — Sehr häufig stehen zwei Nebel ganz nahe aneinander, bilden einen **Doppelnebel**, dessen Theile entweder durch Bänder unmittelbar mit einander verbunden sind, oder manchmal an den Grenzen ineinander fließen, oder wo der eine eine Vorragung, der andere eine ihr entsprechende Einkerbung hat. Solche Doppelnebel finden sich in AR = 7 h 15′, P = 60° 11′; in AR = 12 h 28′, P 77° 52′ ꝛc. — Die **Planetarischen Nebel** zeigen sich als kreisrunde, selten ovale, scharf begrenzte Scheiben, mehrere ″ groß, von durchaus **gleich starkem** Licht, manchmal von einem konzentrischen Nebelringe umgeben. Ihr Licht ist leicht schuppig oder flockig, ohne seine Gleichförmigkeit zu verlieren. Planetarische Nebel befinden sich unter Anderem in AR = 7 h 34′, P = 104° 20′; in AR = 14 h 59′, P = 70° 54′; in AR = 18 h 4′, P = 83° 11′; in AR = 20 h 9′, P = 59° 58′ u. s. w. Die Lichtstärke dieser Körper muß weit unter der unserer Sonne stehen, da sie dem bloßen Auge unsichtbar sind, während eine Kreisfläche unserer Sonne von nur 20″ Durchmesser schon 100 Mal stärker als der Vollmond leuchten würde; oder ihr Licht ist ganz anderer Art. Ein planetarischer Nebel von 20″ Durchmesser, auch nur **eine** Sternweite entfernt, müßte schon einen Durchmesser, größer als die Uranusbahn haben. — Oft sind sie von kleinen sehr nahen Fixsternen, vielleicht ihren Trabanten umgeben. Gruithuisen fodert zur genauen Erforschung dieser merkwürdigen Gebilde auf, welche sich nach W. Herschel, durch Fernröhre **vergrößert** darstellen sollen (astr. Jahrb. f. 1788. S. 242 ff.), und

stellt die Alternative, daß sie entweder Kugeln seien, deren Oberfläche begrenzt und allein leuchtend, oder trüb und von innen heraus beleuchtet ist. Entweder ist also eine leuchtende Wolkensphäre vorhanden, die einen dunkeln, sehr mäßigen Sonnenkörper umhüllt, oder eine dunkle äußere Hülle, welche von einem in ihr enthaltenen Nebelfleck oder Sonnenkörper beleuchtet wird. (Neue Analekt. II. Bd. 2. Hft. S. 57). — Sternnebel sind eigentliche hellleuchtende Fixsterne, von kreis- oder kugelförmigen Nebeln umgeben. Sie stellen ohne Zweifel eine weiter vorgerückte Bildung dar, in welcher der Stern an Dichtigkeit und Lichtstärke im selben Maaße gewonnen, als seine Atmosphäre verloren hat. Alle sind teleskopisch, und gehören Sternen der achten bis vierzehnten Größe an. Die Hüllen haben wenige Sekunden bis über eine Minute scheinbaren Durchmesser. Manchmal sind in derselben Nebelhülle sogar 2, 3, 4, 5 und mehrere Sterne eingeschlossen, (unter welchen manche wieder Doppelsterne sind) ja sogar runde Sterngruppen. Oefters ziehen Nebel als schmale lange Bänder über mehrere Sterne hin, sie zu einem Ganzen verbindend; oder zwei Sterne stehen an den Brennpunkten eines elliptischen Nebels. Solche Sternnebel finden sich in AR = 5 h 28′, P = 91° 19′; in AR = 12 h 16′, P = 84° 7′; in AR = 1 h 8′, P = 32° 34′ mit einem Doppelstern; AR = 21 h 39′, P = 24° 41′ mit einem Tripelstern. — Bei den Sternen mit Nebelstrahlen steht der Stern meist sehr nahe an der einen Grenze des Nebels, der, zum Theil nach seiner Lage gegen uns, sehr verschiedene Gestalten zeigt, oft Ellipsen, Spindeln, Pinsel, Fächer, geradlinige Nebelstreifen von ¼ bis mehreren Minuten scheinbarer Länge bildet. Sterne mit Nebelstrahlen sieht man in AR = 1 h 40′, P = 84° 56′; AR = 6 h 30′, P = 81° 7′; AR = 12 h 36′, P = 56° 31′ u. s. w. — Manche Nebel erscheinen einfach oder doppelt ringförmig, und schließen manchmal dunklere Stellen ein, die vermuthlich Lücken sind, durch welche man lichtlosen Himmelsgrund sieht. Dergleichen Ringnebel zeigen sich in AR = 13 h 22′, P = 41° 55′; AR = 18 h 47′, P = 57° 11′ (im Sternbild der Leier); AR = 12 h 48′, P = 67° 23′, welcher letztere neben dem lichten Kern eine schwarze Höhle oder Oeffnung enthält. — Eine besonders merkwürdige Sterngruppe ist jene im Haupthaar der Berenice in AR = 13 h 4′, P = 70° 56′. Sie ist vollkommen rund, hat 5′ im Durchmesser, und besteht aus unzähligen dichtgedrängten Sternen der zwölften bis zwanzigsten Größe. — Ein Nebel in AR = 19 h 52′, P = 67° 43, ist elliptisch, und hat in den beiden Brennpunkten der Ellipse große, runde, regelmäßige, hellere Räume. Der Nebel in der Andromeda in AR = 0 h 33′, P = 49° 40′ ist länglich rauten-

förmig, in der größten Diagonale 30′ groß, vollkommen milchig, gegen die Mitte heller, unauflöslich, wahrscheinlich in der That nur gestaltloses Licht, mit freien Augen sichtbar. Merkwürdig vor allen ist der große vielfach beschriebene Nebel im Orion in AR = 5 h 27′, P = 95° 30′ bei ϑ. Legentil verglich seine Gestalt einem geöffneten Thierrachen. Von dem, was der obern Kinnlade entspricht, erhebt sich ein langes, vorwärts gestrecktes und aufrecht gebogenes, und ein kürzeres, dünneres, gerade ausgestrecktes Horn. Das Licht wechselt in ihm von anscheinend lodernden Flammen bis zur völligen Schwärze, und helles und dunkles Licht sind scharf getrennt. Die in ihm stehenden Fixsterne glänzen besonders lebhaft. In dem aus vier Sternen gebildeten sogenannten Trapez (am Mundwinkel) hat Struve, wie oben bemerkt wurde, vor einigen Jahren einen kleinen fünften, vermuthlich neu entstandenen Stern entdeckt. Derselbe scheint nach Gruithuisen eine auffallend schnelle Bewegung zu haben, und vielleicht ein Begleiter des Sterns 7 zu sein, um den er vermuthlich in weniger als vierzig Jahren läuft. (Anal. f. E. u. Hskde. Hft. 4. S. 53. Hft. 5. S. 79.) Später entdeckte Herschel in diesem Trapez durch South's großen Achromaten mit Cauchoix's Objektiv einen sechsten noch dreimal so lichtschwachen Stern, als der Struve'sche ist. (Bullet. univers. des sc. mathem. et phys. Avril 1830. Gruith. Anal. Hft. 7. S. 64.) Einen siebenten Stern endlich, wenn dieser anders nicht mit dem Struve's identisch ist, hat Schwabe in diesem Trapez gesehen. (Anal. l. c. S. 65.) Man belegt die Regionen dieses höchst sonderbaren Nebels mit eigenen Namen wie Huygen's, Pikard's, Derham's Region, Legentil's Bucht, Meßier's Arm, Maïran's Nebel ꝛc. 1800 sah Schröter in ihm eine große helle, vorher nie bemerkte Lichtkugel, die nach wenigen Tagen wieder verschwand; ein andermal einen ebenfalls vergänglichen, pyramidalischen Lichtwechsel. — An der südlichen Halbkugel des Himmels sind besonders merkwürdig: die Magellan's Flecken (auch Kapwolken, schwarze Wolken, Kohlensäcke genannt) durch ihre dunkle Farbe, die um so mehr auffällt, als beide in einer sehr sternreichen Gegend der Milchstraße stehen, und die vermuthlich von gänzlichem Mangel an Sternen und Licht herrührt. Sie nehmen mehrere □° ein. Die große liegt an der Ostseite des südlichen Kreuzes, und geht von AR = 12 h 21′ bis 13 h 5′ und von P = 151° bis 154°. Die beiden kleinen befinden sich nahe bei der Karlseiche in AR = 10 h 40′ und P = 152°. — Die beiden südlichen oder Magellan's Wolken sind helle ausgebreitete Nebel mit vielen teleskopischen Sternen, weit von der Milchstraße. Die große, Nubecula major, geht von AR = 5 h 7′ bis 6 h 0′ und von P = 159° bis 161°; die kleine ist in AR = 1 h 50′

und P = 163° 10′. — Sehr merkwürdig ist auch in dieser Halbkugel der keulenförmige Nebel in der Karlseiche beim Stern η, in AR = 10 h 36′, P = 148° 40′. (Vergl. Littrow, die Sterngruppen und Nebelmassen des Himmels. Mit 3 Taf. Wien 1835.)

Wir schließen hier die von John Herschel seit seinem Verweilen am Vorgeb. d. g. H., wohin er sich 1834 begab, vorläufig bekannt gewordenen Nachrichten über Gegenstände der südlichen Halbkugel des Himmels an. In einer Mittheilung vom 13. Juni 1836, gelesen in einer der allgemeinen Sitzungen der brittischen Gesellschaft für Beförderung der Wissensch. sagt Herschel: „Der allgemeine Anblick des südlichen Firmaments in der Nähe des Pols ist über allen Ausdruck reich und prächtig, wegen des größern Glanzes und der breitern Entwicklung der Milchstraße, welche von dem Sternbilde des Orion bis zu dem des Antinous ein glänzender Lichtstreifen ist. Doch ist dieser Streifen seltsam durchbrochen von leeren, sternlosen Flecken, vorzüglich im Skorpion, nächst α Centauri und am Kreuz. Gegen Norden hin verbleicht die Milchstraße dünner und bläßer, und ist im Verhältniß nur schwer zu sehen. Ich glaube, es ist unmöglich, diesen herrlichen Gürtel, mit seinem wunderbar reichen Wimperkranz von Sternen dritter und vierter Ordnung, der am südlichen Rande wie ein ungeheurer Vorhang sich hin erstreckt, zu sehen, ohne zu dem Gedanken zu kommen, daß die Milchstraße nicht eine bloße Schicht, sondern ein Ring ist; oder wenigstens, daß unser System innerhalb eines der ärmern, sternlosen Theile derselben, und zwar excentrisch liegt, so daß es den Theilen um das Kreuz viel näher ist, als denen in entgegengesetzter Richtung. Die zwei Magellan's Wolken, Nubecula major et minor, sind außerordentlich merkwürdig. Die größere ist eine Anhäufung von Sternen, von runden und unregelmäßigen Sternhaufen, und von Nebelflecken verschiedener Ausdehnung und Dichtigkeit, und zwischen diesen allen von großen Massen unauflöslicher Nebel, welche vielleicht Sternstaub sein mögen. Diese Massen zeigt das 25füßige Teleskop nur als eine allgemeine Erleuchtung des Gesichtsfeldes, das somit ein hellerer Hintergrund für die darüber zerstreuten Gegenstände wird. Einige Objekte in diesem Lichtnebel sind von den seltsamsten und schwerbegreiflichsten Formen; so einer (30 Dorad.), welcher aus einer Anzahl Schnüren besteht, die in einen undeutlichen Knoten verschlungen sind, etwa einem Bündel Bänder vergleichbar, die in eine Rosette von Schleifen geordnet worden. Kein Theil des Himmels ist bei so geringer Ausdehnung so voll von Nebelflecken und Sternhaufen als diese „Wolke." Die Nubecula minor ist ein minder seltsamer Gegenstand. In ihr herrscht mehr ein nicht in Sterngebilde auflöslicher Lichtnebel, und die

Flecken und Haufen sind blaßer und seltener, obgleich unmittelbar daneben einer der reichsten und prächtigsten Sternhaufen steht (47 Tucani). Es ist sonderbar, daß diese Nubecula in allen Karten und Katalogen eine volle Stunde zu spät in gerader Aufsteigung verzeichnet wird, was wahrscheinlich einem Druckfehler oder Mißverständniß zuzuschreiben ist. Die bei weitem merkwürdigsten Gegenstände dieser Hemisphäre stellen jedoch die großen Sternnebel im Orion und in η Argi dar. Der erstere erscheint hier viel mehr zu seinen Gunsten, als in unsern Breiten, und zeigt viele Anhängsel, Aeste und Windungen, die bei seinem niedrigen Stand in Europa nicht sichtbar sind. Der andere ist etwas sui generis, und kann ohne Figuren nicht deutlich beschrieben werden. Ich spare keine Mühe, korrekte Zeichnungen von diesen und andern Sternnebeln zu erhalten. Die Gestalt von η Argi finde ich unter dem 25füßigen Teleskop keiner Abbildung davon ähnlich; aber im 7füßigen Aequatoriale kann man die leitenden Umrisse einiger jener Figuren wiedererkennen. Dieser Nebel ist von ungeheuerer Ausdehnung und voll von Sternen, für die der Lichtschimmer einen glänzenden Hintergrund bildet. Die planetarischen Nebel sind, im Verhältniß dieser Art von Gegenständen, in der südlichen Hemisphäre zahlreich und sehr charakteristisch. Ich habe davon nicht weniger als 5 entdeckt. Ihre Scheibe ist so scharf begränzt, als die der Planeten, und von gleichmässigem Lichte. In der That, der erste mir aufstoßende hat so ganz das Ansehen eines Wandelsterns, daß ich erst dann die reizende Idee aufgab, ein neues Glied unseres Sonnensystems gefunden zu haben, dessen Bahn mehr geneigt wäre, als die der Pallas, nachdem Hr. Maclean nachgewiesen, daß man ihm fälschlich eine planetarische Bewegung zuschreiben würde.“ H. rühmt noch die ungemeine Klarheit jenes Himmels und bewundernswürdige Ruhe der Luft. In einem frühern Briefe an Struve sagte H. unter Anderem: „Vom Sirius bis zu α des Centaurs ist gleichsam eine Flamme glänzender Gegenstände, und von dort bis zu α des Adlers bietet die Milchstraße selbst dem unbewaffneten Auge ein ausserordentliches Schauspiel dar. Sie ist hier nicht etwa ein einziger, fast einförmiger, breiter Lichtstreifen, sondern in unregelmäßigen Massen, gleich ungeheueren dicht zusammengedrängten Nebelflecken gebrochen, und in den Theilen, die minder dicht sind, seltsam gestreift mit dunkeln, spaltenähnlichen Streifen, die ganz das Aussehen schwarzer Wolkenschichten haben. Durch's Fernrohr erscheint sie überfüllt mit Sterngruppen von der mannigfachsten Schönheit; überhaupt aber sind die kugelförmigen Haufen in dieser Halbkugel weit üppiger, größer und zahlreicher, als in der nördlichen. (Allgemeine Zeitung vom 23. December 1834. Außerordentliche Beilage.)

Am 1. April 1834 entdekte Herschel einen schönen planetarischen Nebelfleck, 0° 59' nördlich von ι Argus und ungefähr 4' in gerader Aufsteigung dem Stern folgend. Er ist völlig rund, hat einen Durchmesser von 3'' oder 4'' und erscheint im Fernrohr mit nicht mehr Nebel umgeben, als etwa ein Stern von der 9ten Grösse, dem er an Lichtglanz gleichkommt. Am 3. April entdeckte er einen zweiten 6'' im Durchmesser, mit einem völlig planetarischen Diskus, auf's Schärfste abgegrenzt und ohne allen Nebel. Das Merkwürdigste dabei ist, daß das Licht desselben, welches einem Sterne der 7ten Größe gleichkommt, entschieden blau ist und nicht etwa durch die Wirkung des Kontrastes, sondern unabhängig davon, in Abwesenheit eines jeden andern Lichtes. Die Magellanswolken aber und der große Nebelfleck am η Argus sind bei weitem die interessantesten Gegenstände in dieser Hemisphäre. „Die Bildung der erstern, sagt H., ist höchst geheimnißvoll und abweichend von allem, was ich je zuvor gesehen habe. Rümker irrt sehr, wenn er behauptet, daß sie gleich der Milchstraße sich leicht in einzelne Sterne auflösen lassen. Es gibt wohl weite Strecken, besonders in der großen Wolke, die mit Sternen angefüllt sind, jedoch bei weitem der größte Theil derselben und fast die ganze kleinere, ist unauflösbarer Nebel, vermischt mit Knoten und Haufen, Nebelflecken und Gruppen von der verschiedenartigsten Dichtigkeit und von den seltsamsten, launenhaftesten Formen." Schon in einem Briefe vom 28. Dec. 1834 an Plana in Turin vom Cap sagte Herschel, daß er nun die ganze südliche Hemisphäre, und viele Theile zwei und mehrere Mal durchgenommen habe. Selbst die bekannten Nebelflecke seien von ihm unter so vortheilhaften Umständen beobachtet worden, daß man sie als neu betrachten könne. Es sei ihm unmöglich, in einem Briefe auch nur einen kleinen Theil der glänzenden und auffallenden Gegenstände, die sich ihm darböten, zu schildern. Die große Magellansche Wolke enthalte allein im engen Raume einiger Quadratgrade so viele und mannigfache Gegenstände, daß man sie fast einen Auszug des ganzen Sternenhimmels nennen könne. Sie bestehe aus einer Masse von Nebelflecken und Sterngruppen von den wunderlichsten Formen und allen Graden der Dichtigkeit. Eine sich ihm in jeder heitern Beobachtungsnacht, welche dort so häufig seien, aufdringende Folgerung in Bezug auf die Milchstraße wäre, daß derjenige Theil, der zwischen Sirius und Antares liegt, unserm Planetensystem in seiner südlichen Hälfte näher sei, als in seiner nördlichen; oder mit andern Worten, daß sie nicht allein eine Sternschichte, sondern ein Sternring sei, in dem die Sonne eine excentrische Stellung habe und dem Sternbilde des Kreuzes weit näher stehe, als dem diametral gegenüberliegenden Punkte. In

der Nähe dieses Punktes und in der Gegend des Sternes γ Argus erzeugten die Sterne, deren viele mit blossem Auge sichtbar seien, einen vollkommenen Lichtglanz; verfolge das Auge denselben gegen Norden, so gehe er in ein schwaches, nebliches Licht über, worüber sich keine Spur von Sternen erkennen lasse. Diese Bemerkung könne dazu dienen, die jährliche Parallaxe der südlichen Fixsterne und namentlich in dieser Region aufzufinden. Die nahen Doppelsterne, nämlich die von 1½ — 2 Sekunden Entfernung, seien in dieser Hemisphäre ungemein selten. Der merkwürdige Doppelstern γ Jungfrau dürfe nicht mehr als Doppelstern betrachtet werden: keine Vergrößerung, die H. an seinem Aequatorial (welches ein ausgezeichnet schönes Objektiv von 5″ hat) anwenden konnte, war im Stande, die Scheibe dieses Sterns zu theilen, oder auch nur deutlich zu verlängern. Seine Bahn müße daher eine unermeßlich lange Ellipse sein, weit länger noch, als er sie früher bestimmte, und für die er später eine andere, mehr kreisförmige annahm.

III. Hauptstück.

Beschreibende Darstellung des Systems unserer Sonne.

Unter den Myriaden Sonnen des Weltraums befindet sich, durch unermeßliche Räume von ihren Nachbarn geschieden, unsere Sonne mit einem Gefolge von Weltkörpern verschiedener Art, für welche sie belebender Mittelpunkt und Beherrscherin ihrer Bewegungen wird. Alle stehen zu ihr in mehr oder minder naher Beziehung, empfangen von ihr Licht und Wärme in verschiedenen Graden, je nach ihren Abständen und ihrer eigenen Beschaffenheit. Alle gravitiren gegen die Sonne in Folge des mächtigen Zuges, welchen jene auf sie ausübt; besitzen aber außerdem eine ihnen eigenthümliche selbstständige Kraft, vermöge welcher sie in jedem Augenblicke jenem mächtigen Zuge entgegenwirken, eine weitere Annäherung gegen den Centralkörper vermeiden und hiedurch ihre Selbstständigkeit erhalten und ihrem Untergang

entgehen. Die Sonne und die Planeten und Monde, welche ihr System bilden, sind offenbar für einander, mit einander und in Uebereinstimmung geschaffen, und stellen ein organisches in sich geschlossenes Ganze vor, während die Kometen und Meteore eigene, zwar durch die Gravitation mit der Sonne in Beziehung, aber sonst außer jenem organischen Verbande stehende Wesen sind. — Es lassen sich die Weltkörper unseres Systems in mehrere Klassen und Ordnungen bringen.

I. Klasse. Die Sonne. Als Charaktere der Sonnen überhaupt kann man angeben, daß sie selbstleuchtende Weltkörper seien, welche wahrscheinlich durch eigenthümliche Lebensthätigkeit Licht spenden und Wärme entwikeln, entweder allein als Mittelpunkte eines Systems von dunkeln Weltkörpern bestehen, welche sich um sie bewegen (wie unsere Sonne), oder auch zu zwei und mehreren um Schwerpunkte laufen, die zwischen ihnen liegen (wie Doppel- und vielfache Sonnen). Kleinere Sonnen, welche mit größern zu einem Systeme verbunden sind, bewegen sich vielleicht um diese in der Art, daß sie zugleich sich um ihre Axen drehen (nach Weise der Planeten) oder ihnen (nach Weise der Monde) immer nur dieselbe Seite zukehren. Einzelsonnen mögen sich nach Weise der unsrigen um ihre Axen drehen, und alle Sonnen haben in Folge ihrer Rotation eine fortschreitende Bewegung durch den Weltraum, deren Regulativ, Richtung und Geschwindigkeit zur Zeit noch unbekannt sind.

Unsere Sonne, jener herrliche Centralkörper, jene wunderbare Quelle von Licht und Leben, die Gebieterin der organischen Schöpfung der Erde und Quelle all ihrer Schönheit, die Grundbedingung des Daseins des Menschen und seiner Kultur, welche so viele Völker der Erde als Gottheit anbeteten, und die als ein nicht unwürdiges Symbol derselben in der Sinnenwelt gelten kann, erscheint uns am Himmel als eine Scheibe von 32′ 2″/10 Durchmesser von so strahlendem Glanz, daß ihn das Auge, wenn sie hoch am Mittagshimmel schwebt, kaum erträgt und nur beim Auf- und Niedergang am Rande des Horizonts mit Wonne zu genießen vermag. Sie übertrifft die Erde an Maße 355,000mal und alle Planeten und Monde über 700mal. Ihr Durchmesser ist = 188,000

d. M., daher ihre Oberfläche = 111,000,000,000 □M., ihr Volum = 3,500,000,000,000,000 Kubikmeilen, also mehr als 1,300,000mal größer als das Volum der Erde und 560mal als jenes aller Planeten. Wäre die Sonne ausgehöhlt und befände sich die Erde in ihrer Mitte, so vermöchte der Mond beinahe in der doppelten Entfernung, welche er jezt hat, um sie zu kreisen, ohne den Sonnenrand zu berühren. Ihre Dichtigkeit ist 4mal kleiner, als jene der Erde, etwa wie Weihrauch; ihre Schwerkraft und also auch die Geschwindigkeit des Falles der Körper in der ersten Sekunde nahe 29mal größer, leztere daher = 430 Fuß. Ein Gewicht, was bei uns 1 Ctr. wiegt, würde demnach auf der Sonne 29 Ctr. wiegen, d. h. mit der Kraft von 29 Ctrn. auf seine Unterlage drücken; so daß die Muskelkraft der Organismen der Erde, also auch unser selbst nicht groß genug wäre, sich aufrecht zu halten, sondern wir auf der Sonne, wie Littrow anschaulich bemerkt, von unserer eigenen Masse erdrükt würden. — Die Horizontalparallaxe der Sonne beträgt für unsern Aequator 8''/578, ihre mittlere Entfernung hienach 20,665,800 d. M. — Im Fernrohr gleicht die Oberfläche der Sonne einem ungeheuren, stets bewegten Lichtmeere. Auf ihm entstehen öfters dunkle Flecken, zum Theil von außerordentlicher Größe; anderwärts heller leuchtende Stellen, sogenannte Sonnenfakeln; die ganze übrige Oberfläche zeigt beinahe nirgends gleichförmiges Licht, sondern unzählige kleine, ihren Ort stets ändernde Schuppen oder Punkte. Einige vergleichen diese Oberfläche mit dem runzligen Ansehen einer Orange; Littrow mit dem Bodensatz einer flockigen Substanz, die in einer durchsichtigen Flüssigkeit aufgelöst ist. Lezterer vermuthet, daß die Sonnenoberfläche aus einem Lichtmedium bestehe, mit welchem eine durchsichtige, aber nicht selbstleuchtende Flüssigkeit vermischt, doch nicht ganz durchdrungen ist, welche nun im Lichtmeere schwimmt, wie unsere Wolken in der Luft, oder das Lichtmeer in mächtigen Streifen durchzieht, wie das Nordlicht unsere Atmosphäre. (D. Wund. d. Himm. S. 270.) — Das Licht der Sonne ist wahrscheinlich an sich nicht heiß, sondern erregt nur die Wärme in der Materie, welche sie in eigenthümliche Schwingung versezt und hiernach Reibung der Atome bewirkt. Die Newtonianer erklären jedoch die Sonne für einen wirklich brennenden Weltkörper, und Kant z. B. gibt hiernach eine Beschreibung von ihr, die sich gleich gut für die wildesten Regionen der Hölle des Dante eignen würde. (Naturgeschichte und Theorie des Himmels in den kleinen Schriften, Bd. I. S. 456). Piazzi hält die Sonne ebenfalls für einen brennenden Weltkörper. Littrow glaubt, daß doch mehrere Gründe für eine sehr hohe Temperatur auf der Sonne sprächen. Da das Licht wie die strahlende Wärme im Quadrat der Entfernung abnehme, müsse die Hize,

welche die Sonne auf eine Quadratmeile ihrer eigenen Oberfläche ausübt, 300,000mal größer sein, als die von ihr auf einer Quadratmeile der Erde erregte. Die Sonnenstrahlen gingen mit ganz besonderer Kraft durch Glas, was mit den Strahlen der irdischen Feuer bei weitem nicht in solchem Grade der Fall sei, die jenen daher an Intensität weit nachstehen. Die blendendsten irdischen Feuer, wie das indische Weißfeuer oder das des ungelöschten Kalks verschwänden fast, auf dem viel hellern Hintergrunde der Sonne gesehen. Die außerordentliche Hize, welche beständig durch Radiation auf der Oberfläche der Sonne ausgeschieden werde, vermöge dann auch jenes stürmische Hin- und Herwogen zu erklären. Bei allem dem erklärt sich Littrow gegen die zu „krasse" Vorstellung eines eigentlichen Sonnenbrandes, welchen Newton (und in neuester Zeit Gruithuisen mit großer Beharrlichkeit) durch hineinstürzende Kometen unterhalten lassen. Da die Elektrizität, wenn sie eine sehr verdünnte Luft durchzieht, Licht und also wohl auch Wärme gebe, so könne ein elektrischer Strom die Sonne umgeben und unser Nordlicht ein Analogon ihres Lichtes sein (l. c. S. 273). — Schmidt (von den Weltkörpern S. 120) stellt sich die Sonne als eine elektrische Kugel vor, die durch ihren schnellen Umlauf elektrisches Licht hervorbringe. Er erwähnt einen Versuch des Prof. Adam zu Caen, welcher zwei Körper so gestellt haben soll, daß sie, bloß durch Elektrizität angetrieben, nach den Kepler'schen Gesezen umeinander liefen, wobei der umlaufende Körper wie ein Komet einen Lichtschweif nach sich gezogen habe. Von diesem schon 1775 ausgeführten Experiment hörte man seitdem nichts mehr. Auch Euler und Bode sahen die Sonne für eine elektrische Kugel an. — Valz in seiner Abhandlung über den Aether (Bibl. univ. Juin 1830. p. 113—138) vermuthet, daß die Lichtentwiklung aus der Rotation der Sonne und ihrer Atmosphäre und dem Kampf dieser mit dem ungeheuren Druke des Aethers hervorgehe, weßhalb nicht der Sonnenkörper selbst, sondern die Grenze seiner Atmosphäre leuchte. — Nach Laplace zieht die Sonne unter allen Körpern ihres Systems den im Raum zerstreuten Aether am stärksten an; dieser verdichtet sich und wird, nachdem er bis auf einen gewißen Grad kondensirt ist, in Strahlenform von ihr abgestoßen, theils weil seine Expansivkraft mit seiner Dichtigkeit zunimmt, theils weil sie ihm ihre eigene Rotationsgeschwindigkeit mittheilt und er hiernach uns als Licht erscheint, dessen Geschwindigkeit aus der Umschwungsschnelle der Sonnenatmosphäre und der Repulsionskraft der Aethertheilchen resultirt. (Nach dieser Erklärung müßten auch die Planeten, Monde rc. Licht aus dem Aether zu bilden vermögen, freilich in ungleich geringerem Grade als die Sonne.) Man hat übrigens erst seit 1640 Mikrometer an den Fern-

röhren angebracht, und da wir troß diesen über den wahren Durchmesser der Sonne immer noch wenigstens 100 d. M. (1″ des scheinbaren) ungewiß sind, so kann der wahre Durchmesser seit den letzten Jahrhunderten auch um 100 deutsche Meilen abgenommen haben, ohne daß man es weiß. — Das Sonnenlicht ist über 300,000mal stärker, als das des Vollmonds, über 800,000,000mal, als das des Sirius. Schwerlich ist diese verschwenderische Lichtfülle allein für die wenigen Planeten bestimmt, sondern ein Lebensakt der Sonne selbst, der eben den dunkeln Körpern zu gute kommt, mögen deren viele oder wenige sein. — Jene oben erwähnten dunkeln Flecken der Sonne wurden fast gleichzeitig, sogleich nach Erfindung der Fernröhre von Harriot, Joh. Fabricius (1610), Chr. Scheiner, Galilei (1611) entdeckt. Viel früher, im 12ten Jahrhundert hatte schon Averrhoes einen sehr großen Flecken mit freiem Auge gesehen. Ihre Größe und Zahl ist sehr veränderlich und sie scheinen ziemlich gesetzlos zu entstehen und zu vergehen. Viele überdauern kaum eine einzige Rotation, wenige 2 oder gar 3. Unter einer Gruppe solcher Flecken, welche Pastorff am 24. Mai 1828 beobachtete, befand sich einer, welcher nicht weniger als 100″ scheinbaren oder 9800 Meilen wahren Durchmesser hatte, also 57,500,000 □M. groß war, die ganze Oberfläche der Erde demnach mehr als 6mal übertraf. Die ganze Gruppe zusammen hielt 156,000,000 □M. Alle änderten mit jedem Tage Form und Größe. Die bedeutenderen von ihnen hatten ihren äussern grauen Rand von Lichtgewölk eingefaßt, welches heller war, als die übrige Sonnenfläche. Von der äussern Gränze des grauen Randes bis zum innern dunkeln Kern sah man abschüssige Rillen, ganz bedeckt mit kleinen Kreisen, welche je näher dem innern Kern, desto tiefer zu liegen schienen. Herschel sah 1779 sogar einen zusammengesetzten Flecken von 270″ scheinbarem, 27,000 d. M. wahrem Durchmesser oder 730 Mill. □M. Flächeninhalt. Soll ein solch ungeheuerer Flecken binnen 3 Wochen verschwinden, so müssen seine Ränder jede Stunde 58 Meilen durchlaufen, also wenigstens 6mal schneller gehen, als unsere Orkane. Meistens sind die Flecken unregelmäßig, dunkelschwarz, von aschgrauem, gewöhnlich allenthalben gleich breitem Rande umgeben. Dieselben Flecken werden kleiner oder größer, verändern öfters ihren Ort, zerreißen oder fließen zusammen und verschwinden manchmal ganz, in welch letzterem Falle lange vor dem aschfarbenen Limbus der schwarze Centralpunkt unsichtbar wird, nachdem er zuerst immer kleiner wurde. An den Sonnenrändern erscheinen die Flecken natürlich immer viel schmäler, als in der Mitte, treten am linken oder östlichen Sonnenrand ein, bewegen sich gegen den westlichen, den sie nach 13 Tagen erreichen, verschwinden hinter demselben und kommen

nach abermal 13 Tagen am östlichen wieder zum Vorschein, wenn sie mittlerweile nicht vergangen sind. Flecken und Fackeln stehen mit einander in Beziehung; letztere finden sich immer in der Nähe der erstern; oft brechen aus den Fackeln Flecken hervor, oder an Stellen, wo Flecken verschwanden, entstehen Fackeln. W. Herschel dachte sich den eigentlichen Sonnenkörper dunkel, von 3 Kugelhüllen umgeben. Die äußerste oder Photosphäre, an Höhe etwa dem Halbmesser der Erde gleich, und nach seiner Schätzung 500 M. senkrecht von der Sonnenoberfläche abstehend, stellt ein Lichtmeer dar, welches durch die unter ihm liegende zweite, sehr elastische und durchsichtige Hülle immer in großer Höhe über der Sonne gehalten wird. Die dritte, unterste Hülle ist wolkenartig, dunkel. Durch Veränderungen und heftige Schwankungen in ihm selbst zerreißt das Lichtmeer stellenweise und thürmt sich an den Rändern der Risse höher auf. Seine Strahlen erleuchten hiebei die unterste dunkle Hülle, die nun als aschgrauer Rand gesehen wird. Zerreißt auch sie, so sieht man in der Mitte des Fleckens den eigentlichen schwarzen Kern, nämlich den Sonnenkörper selbst, welcher nicht mehr von den Wänden der Photosphäre beleuchtet werden kann, weil ihn die schwarzen Wolken der untersten Schicht beschatten. Nach dieser Ansicht Herschels würden also für die Sonnenbewohner an den Stellen, über welchen sich Flecken bilden, Finsternisse entstehen, aus welchen ihnen der Blick auf die Planeten und den Sternhimmel vergönnt wäre. Nach Albufaradge war 535 n. Chr. das Licht der Sonne 14 Tage lang verdunkelt, und 626 erschien die halbe Sonnenscheibe längere Zeit ganz schwarz — ohne Zweifel durch große Sonnenflecken. — Sicher werden sehr große oder sehr zahlreiche kleinere Flecken Einfluß auf unsere Witterung äußern. W. Herschel sagte (Astron. Jahrb. f. 1806. S. 127): „Ich bin jetzt geneigt zu glauben, daß die Oeffnungen (der Sonne) mit großen Untiefen, Rücken, Nieren und Narben ohne kleine Einschnitte uns eine reichliche Aussendung erhitzender Strahlen, folglich milde Jahreszeiten erwarten lassen; daß im Gegentheil Poren, kleine Einschnitte und ein ärmliches Aussehen der glänzenden Wolken, die Abwesenheit von Rücken, Nieren, großen Oeffnungen und Untiefen eine sparsame Emission solcher Strahlen anzeigen und strenge Witterung bedeuten.“ Gruithuisen (Analekt. für Erd- und Himmelsk. H. 1. S. 62) tritt diesem bei und behauptet, daß wenn Flecken entständen, weit herum die Oberfläche leuchtender würde, und im Allgemeinen die Lichtstärke dadurch nicht vermindert, sondern vermehrt werde. Der heiße Sommer von 1825 und milde Winter von $18^{27}/_{28}$ hätten stets regenerirte Fleckengruppen und große Flecken zur Ursache gehabt. Sehr große Flecken brächten anfangs immer erhöhte Temperatur,

nachher große Unruhen und Veränderungen in der Atmosphäre, Stürme, Gewitter, Ueberschwemmungen. An Sonnenflecken sehr arme Jahre verlaufen sehr gleichförmig, so 1809, 10, 11. (Vgl. auch Neue Analekt. 1sten Bdes 4tes und 5tes Heft. S. 80.) Im Januar 1830 stieg die Kälte anfangs sehr schnell; am 5. Morgens stand das Thermometer in München — 14° R. Aber als gleich hierauf am östlichen Sonnenrand einer der größten erneuerten Flecken erschien und mit ihm sich die Aequatorialzone lichtete, stieg bis zum 9. das Thermometer bis zu 0° R. Am 7. Febr. hingegen zeigte es Morgens — 18°, am 2. gar 25°, auf Anhöhen — 27° R. und die Sonne hatte in der Mitte nur einige Poren und nahe am Ostrande 4 — 6 der kleinsten unbehoften Oeffnungen mit höchst sparsamen Fackeln; die Sonnenscheibe hatte dabei ein ganz düsteres, kugelförmiges Ansehen. (Anal. 6. Heft S. 3.) — G. behauptet ferner, er habe oft an der Sonne eine helle Aequatorialzone von etwa 30° Breite bemerkt; dann waren außer den beiden Fleckenzonen meistens alle Gegenden bis an die Pole höchst leise graulich schattirt. In der Regel sei in der Nähe und weit um einen großen Flecken die Sonnenoberfläche völlig ohne Schattirung und besonders hell. Es wäre also außerhalb der Flecken viel mehr Licht aufgehäuft, als etwa durch sie verloren gehe. Wenn auf der sichtbaren Sonnenoberfläche alle Veränderungen schnell auf einander folgten, werde auch auf der ganzen Erde die Dichtigkeit erhöht, besonders wenn die feinen Skippen oder Korrugationen viele sehr helle Stellen und lebhafte Veränderungen auf der ganzen Sonnenscheibe zeigen. So wären im Sommer 1825 die Veränderungen auf der Sonne und dabei die Hitze auf der Erde exorbitant gewesen. Zeige die Sonne ein blendendes Licht an einzelnen Stellen, an den Rändern ringsum gleiche Schattirung, keine oder nur kleine Flecken, eine auffallende Ruhe, — aber an den beiden Fleckenzonen zahlreiche, weit umher zerstreute, schwarze Punkte von verschiedener Größe, so werde unser Luftkreis auffallend erkaltet. So Anfangs Mai 1836. 1808—11 seien an der Sonne keine Flecken erschienen und diese Jahre hätten keine außerordentliche Witterung gehabt. Zeige sich weder besondere Armuth an Licht, noch besonderer Reichthum, keine oder nur kleine und wenig Flecken, so verlaufe die Temperatur gleichförmig. (Allgem. Zeitg. v. 26. Juni 1836. Außerordentl. Beilage S. 1168.) — Ungeheuer sei die Menge der Flecken seit dem Januar 1836 gewesen. Man dürfe sich demnach über den heißen Sommer von 1836 und gelinden Winter von $18^{36}/_{37}$ kaum wundern. (Allgem. Zeitg. vom 25. Febr. 1837. Außerordentl. Beilage S. 350.) Wie wichtig diese Ansicht Herschels und Gruithuisens für Meteorologie und Landbau wäre, falls sie durch viele, in

verschiedenen Gegenden anzustellende Beobachtungen bestättigt würde, leuchtet ein. — Die Zone der Sonnenflecken hat in verschiedenen Jahreszeiten verschiedene Gestalt und Krümmung. Am 10. Juni und 10. Dezember stehen sie in einer geraden, in allen übrigen Zeiten in einer krummen Linie; am stärksten nach oben gekrümmt ist letztere im August, am stärksten nach unten im Februar. Dieß rührt von der Stellung der Erde gegen die Sonne her, nach welcher wir deren Aequator, oder vielmehr die meistens (vermuthlich wegen der daselbst größern Schwungkraft der Photosphäre) in der Aequatorialzone stehenden Sonnenflecken unter verschiedenen Winkeln sehen. Die wesentlich kreisförmigen Bahnen der Sonnenflecken sehen wir im Allgemeinen nur als Ellipsen und nur in äußerst kurzen Zeiten an den oben genannten Tagen, wo die Länge der Erde, von der Sonne gesehen, = 258° und = 78° ist, und die Ebene der Ekliptik mit der Ebene des Sonnenäquators zusammenfällt, werden wir diesen, oder richtiger seine etwaige Fleckenzone als gerade Linie sehen. Aus der Neigung der Bahnen der Sonnenflecken berechnete man die Länge des aufsteigenden Knotens des Sonnenäquators mit der Ekliptik zu 258°, und die Neigung ihrer beiden Ebenen etwas über 8°. — Zwischen dem Erscheinen und Verschwinden eines Fleckens am Sonnenrande verfließen 27 Tage. Während dieser Zeit hat aber die Erde in ihrer Bahnbewegung beinahe 27° zurückgelegt, und der Flecken muß daher nicht bloß den ganzen Umfang der Sonnenkugel, sondern noch 27° mehr zurücklegen, um von uns wieder an derselben Stelle gesehen zu werden. Legt ein Flecken aber in 27 Tagen 387° zurück, so wird er zu 360° nur 25 Tage und etwa 3 Stunden bedürfen, und dieß ist demnach die wahre Zeit, in welcher sich die Sonne einmal um ihre Axe dreht. — Das Zodiakallicht ähnelt jenem der Milchstraße, ist jedoch heller, manchmal gelblich oder röthlich, und glänzt in der Mitte am stärksten. Es zieht sich von der Sonne am Horizont aufwärts in Form des Längendurchschnitts einer Spindel. Der breitere Theil befindet sich am Horizonte immer da, wo die Sonne darunter steht, und die Spitze ragt so nach oben, daß die Axe stets unweit der Ekliptik liegt und mit dieser einen Winkel von 7½° bildet. Am besten sieht man es in unsern Gegenden in den lezten Februar- und ersten Märztagen Abends am westlichen, in der Mitte Oktober nach Sonnenaufgang am östlichen Himmel. Nach Cassini's Beobachtungen soll man das Zodiakallicht nur sehen, wenn die Sonne Flecken zeigt, und nach Andern soll es auf die Magnetnadel nicht ohne Einfluß sein. Gruithuisen (Anal. für Erd- und Himmelsk. 3tes Heft S. 22) glaubt, da das Zodiakallicht mit den Sonnenflecken, Nordlichtern und Kometenschweifen in Nexus stehe, habe es die Natur der Kometen-

schweife, und die Photosphäre der Sonne, die bei totalen Sonnenfinsternissen sich unter vielerlei Veränderungen zu zeigen pflege, sei, was man bei den Kometen Haare nennt, zumal da durch das Zodiakallicht wie durch die Kometenschweife die Fixsterne ihr Licht schicken. Zodiakallicht und Kometenschweife seien chemische Prozesse; die linsenförmige Gestalt des erstern entstände dadurch, daß die Planeten und zugleich die Sonnenflecke von diesem chemischen Prozesse partizipirten und diese den Lichtnebel dahin ausstreuen, wo die Planeten bei ihrem Laufe die Stoffe zurückgelassen haben, durch welche jener Prozeß vorzugsweise angefacht werden kann. — Littrow (die Wunder d. Himmels, 2te Aufl. S. 606) spricht aus, daß das Zodiakallicht nicht die Atmosphäre der Sonne sein könne, da die große Axe seiner Ellipse wenigstens 5mal größer als die kleine sei. Die Sonnenatmosphäre könne noch lange nicht bis zur Merkurbahn reichen, — das Zodiakallicht reiche über jene der Erde hinaus. L. meint, es könne bloß der um die Sonne verdichtete Aether oder um sie gelagerter Lichtnebel oder Kometenstoff sein. — Littrow bemerkt (Gehlers Wörterb. 8ter Bd. S. 847), daß der Mittelpunkt der Sonne, durch die Anziehung der Planeten in Bewegung gesetzt, sich in einer sehr verwickelten krummen Linie bewegen müsse, welche freilich, da sie sich beinahe verkehrt wie die Massen der Sonne und der Planeten verhalte, gegen die elliptischen Bahnen dieser letztern nur sehr klein sein könne, indem der gemeinschaftliche Schwerpunkt zwischen Sonne und Planeten nahe um den Mittelpunkt der erstern selbst falle, so daß wir diese sehr kleine Bewegung der Sonne auch mit den besten Fernröhren nicht wahrnehmen könnten. — Die Sonne muß, weil sie sich um ihre Axe dreht, zugleich eine fortschreitende Bewegung im Weltraum haben, wobei sie ihr ganzes System mit sich führt. Herschel nahm an, daß sie sich gegen das Sternbild des Herkules bewege, dessen Sterne ihm seit einem Jahrhundert immer mehr auseinander zu treten schienen, während die gegenüberstehenden des Stiers einander näher rücken sollten. Die Beobachtungen Anderer haben dieses nicht bestättigt.

II. Klasse. Planeten. Dunkle Weltkörper, welche sich um ihre eigene Axe und bei verschiedener Neigung derselben um die Sonne bewegen. Sie gravitiren gegen letztere, werden jeden Augenblick von derselben angezogen, suchen sich aber stets vermöge der ihnen einwohnenden selbstständigen Kraft (Centrifugalkraft) nach der Tangente ihrer Bahnbewegung von der Sonne zu entfernen, wodurch ihre elliptischen Bahnen um selbe entstehen. Manche von ihnen haben

Monde um sich und erscheinen sonach selbst wieder als Mittelpunkte kleinerer Systeme.

Der Gegensatz, in welchem Sonne und Planeten als leuchtender und beleuchtete Körper zu einander stehen, scheint, wie so viele Gegensätze in der Natur, kein vollkommen absoluter zu sein. Man kann vielmehr den Planeten nicht alle eigene Lichtentwicklung (vielleicht vermöge des Aethers, welchen sie um sich verdichten) absprechen. Hierauf deutet das Nordlicht der Erde, die merkwürdige Erscheinung, daß in mondscheinlosen Nächten bisweilen von oben herab Lichtschimmer unsere Wolken erhellt, das Leuchten der Nachtseite der Venus, die totalen Mondsfinsternisse, bei welchen der Mond kein Licht mehr von der Sonne erhält und doch nicht ganz unsichtbar wird, und vielleicht auch das so intensive Licht des Jupiter und der Vesta. So scheint also, wie die Sonne dunkles planetares, jeder Planet auch solares zu haben (gleichsam als Hindeutung auf den gemeinschaftlichen ätherischen Ursprung aller Weltkörper); wie aber auf der Sonne das solare, so überwiegt auf den Planeten das planetare Prinzip. — Nach ihren hauptsächlichsten Naturverhältnissen kann man die Planeten in 3 Ordnungen bringen.

Erste Ordnung. Sonnennähere, dichte Planeten. Sie nehmen den ersten Zwölftheil des Durchmessers des Planetensystems ein, bewegen sich sämmtlich etwa binnen 24 Erdenstunden um ihre Axe, sind wenig abgeplattet, erreichen höchstens $^1/_{333000}$ der Sonnenmasse, übertreffen aber die Sonne an Dichtigkeit bis mehr als 14mal, (das Wasser $3_{,3}$ biis $17_{,7}$mal), haben eine Geschwindigkeit ihrer Bahnbewegung von $3_{,4}$ bis $6_{,7}$ Meilen in der Sekunde, und bedürfen zu einem ganzen Umlaufe höchstens $687^1/_4$ Erdentage. In ihnen ist der metallische Charakter vorherrschend und auf den sonnennächsten dürften die schwersten, dichtesten Metalle vorwalten. Sie sind die vorzugsweise magnetischen Planeten.

Merkur ist der erste der vier Planeten dieser Ordnung, von der Sonne an gezählt, und zugleich der kleinste. Seine mittlere Entfernung von der Sonne oder die halbe große Axe seiner Bahn beträgt $8,073,747_{/6}$ nach Andern 8,082,000 deutsche Meilen; die wahre ist jedoch wegen der bedeutenden Excentrität seiner Bahn sehr abweichend. (S. d. Tab.) In seiner größten Nähe bei der Erde steht er von dieser 10,000,000, in der weitesten Entfernung über 30,000,000 Meilen ab. Sein Halbmesser ist = 300, seine Oberfläche 1,073,000 □M., sein Volumen 104,000,000 □³M. Wegen

seiner großen Nähe an der Sonne bewegt er sich unter allen Planeten am schnellsten, legt in der mittlern Geschwindigkeit jede Sekunde 6,17 Meilen zurück und vollendet seine Bahn, die nahe 7° gegen die Ekliptik geneigt ist, in Beziehung auf die Fixsterne in 87,980, auf die Nachtgleichen in 87,968 Tagen. Die synodische Umlaufszeit währt 115,87 Tage. Obwohl an Volumen 25mal kleiner als die Erde, hat er doch eine nur 6,25mal geringere Masse, da er etwa 4mal so dicht, als die Erde, beinahe so dicht als Gold ist. Die dichtesten Metalle, welche bei uns so sparsam vorhanden sind, mögen wohl die hauptsächlichsten Bestandtheile des Merkurs bilden. Die Körper fallen auf dem Merkur in der ersten Sekunde 14,1 Fuß. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt in der Erdnähe nur 12″, in der Erdferne etwa 4″. Die Bewohner Merkurs sehen die Sonne im Durchmesser 2½mal, der Oberfläche nach etwa 7mal größer als wir, und erhalten demnach auch 7mal so viel Licht von ihr. — Merkur erscheint hellweiß, von intensivem, im Fernrohr blendenden Lichte. Doch ist er, da er sich immer in großer Nähe bei der Sonne befindet und von dieser im Mittel nur um 23° östlich oder westlich abweicht, mit freiem Auge schwer zu sehen. Wenn er westlich von ihr steht, sieht man ihn nur Morgens kurz vor Sonnenaufgang am östlichen Himmel, steht er östlich von ihr, Abends bald nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel, immer also im Dämmerlichte und nahe am Horizont. In der Sonnenferne kann die größte Abweichung des M. wegen der bedeutenden Excentrität seiner Bahn bis auf 29° steigen. Am besten ist er etwas näher bei seiner untern Konjunktion mit der Sonne in 15° bis 18° Entfernung von derselben zu sehen. M. zeigt uns Phasen, wie der Mond. In seiner obern Konjunktion, wo er am weitesten von der Erde entfernt ist und die Sonne gerade zwischen ihm und uns steht, erscheint er als kreisrunde Scheibe; in seinem ersten Viertel ist nur seine westliche Halbkugel beleuchtet; in seiner untern Konjunktion, wo er gerade zwischen Sonne und Erde, letzterer also am nächsten steht, kehrt er uns seine unbeleuchtete Hälfte zu, ist also ganz unsichtbar; in seinem letzten Viertel, wo er im Westen der Sonne steht und Morgenstern ist, ist seine östliche Halbkugel beleuchtet. — Die verwaschene Beleuchtungsgrenze, die plötzlichen Aufhellungen und Verdunklungen mancher Gegenden erklärte Schröter durch Wolken auf M., die also nothwendig eine Atmosphäre desselben voraussetzen. Die in der Tabelle angegebene, jener der Erde fast gleiche Rotationszeit M.'s wurde durch Schröter aus der periodischen, vermuthlich durch hohe Polarberge bedingten Aenderung der einen Spitze der beleuchteten Sichel bestimmt. Die Tageszeiten sind demnach jenen der Erde beinahe gleich; die Jahreszeiten sind bei der nur wenig

geringern Neigung auf die Bahn deutlich geschieden, aber jede dauert nur 22 Tage, da das ganze Jahr des M. nur 88 währt. Schröter hat auf dem M. besonders in dessen südlicher Halbkugel Bergzüge von 40—60 Meilen Länge entdeckt, deren höchste Spitzen sich bis 58,000′ absoluter Höhe erheben sollen. Wenn M. in seiner untern Konjunktion vor der Sonne durchgeht, sehen wir ihn als kleine schwarze Scheibe auf der Sonne von 12″ Durchmesser. Merkurdurchgänge kommen gewöhnlich alle 13, 26, 46 Jahre vor. Der letzte fand am 7. November 1835 statt; die drei nächsten werden am 8. Mai 1845, 9. November 1848 und 12. November 1861 erfolgen. (Vergl. über M. Schröters hermographische Fragmente im 3ten Bande der Beiträge zu d. neuest. astron. Entdeck. Götting. 1800.)

Venus (Hesperus als Abendstern, Phosphorus, Lucifer als Morgenstern) ist der zweite der sonnennahen Planeten, zugleich der schönste und hellste von allen und der der Erde am meisten verwandte. (Merkur und V. nennt man auch die untern Planeten, weil sie sich immer innerhalb der Erdbahn um die Sonne bewegen.) Ihr blendend weisses, intensives Licht macht die V. unter günstigen Umständen sogar bei Tage sichtbar. Ihre mittlere Entfernung von der Sonne ist = 15,086,520 M. und weicht wenig von ihrer größten und kleinsten ab, da ihre Bahn unter allen die am wenigsten exzentrische ist. Ihre Entfernung von der Erde beträgt in der untern Konjunktion 5, in der obern 35 Mill. Meilen. In der erstern sieht man sie 66″, in der zweiten kaum 10″ groß. Ihr wahrer Durchmesser ist 1680 M., ihre Oberfläche 8,376,000 □M., ihr Volumen 2,230,000,000 □^{2}M. Die siderische Umlaufszeit dauert $224_{/701}$, die tropische $224_{/595}$ und die synodische $583_{/921}$ Tage. In der Bahnbewegung legt sie in jeder Sekunde $4_{/9}$ Meilen zurück. Die Masse der V. ist nur um $^1/_{10}$ kleiner, als jene der Erde; ihre Dichtigkeit unbedeutend größer. Die Körper fallen auf ihr in der ersten Sekunde $15_{/87}$ Fuß. V. zeigt deutliche Phasen und entfernt sich nie mehr als etwa 48° östlich oder westlich von der Sonne. Am hellsten und manchmal selbst Mittags dem freien Auge sichtbar, erscheint sie zwischen ihrer untern Konjunktion und größten Abweichung etwa 40° östlich oder westlich von der Sonne abstehend, wo zwar der scheinbare Durchmesser nur 40″, die größte Breite der beleuchteten Phase kaum 10″ beträgt, wegen ihrer Nähe aber das Licht eine ungemeine Intensität hat, nach Lambert nur 3000mal schwächer als jenes des Vollmonds ist, und sogar schwachen Schatten wirft. Der unbeleuchtete Theil der V. leuchtet öfters in mattem Lichte, welches Einige für phosphorischer Art halten. Ueber dieses immer unverhofft kommende Leuchten der V. in bald aschgrauem, bald feuer-

röthlichem Lichte vergl. man auch Gruithuisens Anal. f. Erd- u. Himmelsk. Hft. 2. S. 14. Unter den möglichen Ursachen desselben zählt G. „allgemeine (vielleicht religiöse) Feuerfeste“ ihrer Bewohner und kometarische Lichtentwiklung unterhalb ihrer Wolkenhohlkugel auf. — Schröter hat, obwohl selten und nur schwache Wolken auf der Venus beobachtet und eine Atmosphäre um sie außer Zweifel gesetzt. Ihr Licht nämlich wird gegen die Nachtseite immer schwächer, gegen die Lichtgränze selbst mattgrau, welche Farbe sich oft weit in die Nachtseite hinein erstreckt — alles Erscheinungen der Morgen- und Abenddämmerung. Aus der Breite des Dämmerungsstreifens schloß Schröter auf eine Refraktion von etwa $\frac{1}{2}^0$, ungefähr wie auf der Erde. Die Fixsterne, welche V. bedeckt, verschwinden nicht plötzlich an ihrem Rande, sondern werden immer schwächer, so wie sie (scheinbar) in die tiefern, dichtern Schichten ihrer Atmosphäre eintreten. An Höhe und Dichte mag daher die Atmosphäre der V. jener der Erde sehr gleichen, doch scheint sie viel reiner und fast frei von Hydrometeoren zu sein, was auf wenig Wasser dieses Planeten schließen läßt. Die Lichtgrenze der Venus erscheint wie jene des Mondes ausgezackt und die beiden Enden derselben, oder die Hörner, bald mehr, bald weniger tief in die Nachtseite hineintretend, was nebst den weit von der Lichtgrenze entfernten beleuchteten Punkten auf große Ungleichheit der Oberfläche und sehr hohe Berge deutet. Schröter fand überhaupt V. besonders in der südlichen Halbkugel sehr gebirgig und Berge von 6 Meilen Höhe auf ihr. — Cassini bestimmte die Rotation der V. aus ihren wenigen schwer zu bemerkenden Flecken zu $23\frac{1}{3}$ St., Schröter aus der periodischen Veränderung der Hörnerspitzen zu $23\frac{7}{20}$ Stunden. So sehr daher ihre Tageszeiten den unsrigen gleichen müssen, so schroff entgegengesetzt werden ihre Jahreszeiten und so verschieden ihre Klimate sein, wenn wirklich, was jedoch noch sehr der Bestättigung bedarf, ihre Axe gegen die Bahn um 72° geneigt ist. Die Sonne erscheint den Venusbewohnern nach der Oberfläche 4mal größer, im Lichte doppelt so stark, als uns; alle Sterne wegen der großen Klarheit der Luft weit heller und die Erde in ihrer größten Nähe, 9mal größer und in 9mal stärkerem Licht, als uns V. Ein Venusmond, welchen Astronomen des 17ten und der ersten Hälfte des 18ten Jahrhunderts beobachtet zu haben glaubten, existirt ohne Zweifel nicht. — Die Vorübergänge (Durchgänge) der V. vor der Sonne, wo sie als ein kleiner, rabenschwarzer Kreis auf dem hellleuchtenden Sonnengrunde erscheint, sind für die neuere Astronomie außerordentlich wichtig geworden, als das sicherste Mittel, die Entfernung der Sonne von der Erde und dann mittelst des scheinbaren Durchmessers der erstern ihren wahren zu finden. Damit ein Durch-

gang statt finden könne, muß sich V. in der Nähe eines ihrer Knoten befinden und darf höchstens 1° 50′ von demselben abstehen. Seit dem Anfang des 17ten Jahrhunderts bis 3000 n. Chr. fallen die Venusdurchgänge immer entweder in die erste Hälfte des Juni oder des December. Die ersten wurden von Kepler angekündigt und die folgenden bis 2117 n. Ch. von Halley vorausberechnet. Jene von 1761 und 1769 wurden mit besonderem Fleiße von zahlreichen Astronomen, von welchen viele in die verschiedensten Weltgegenden abgesandt wurden, beobachtet. Die nächsten 8 Durchgänge der V. werden 1874 9. Dec., 1882 6. Dec., 2004 8. Juni, 2012 6. Juni, 2117 11 Dec., 2125 8. Dec., 2247 11. Juni, 2255 9. Juni statt finden.

Die Erde, welche wir bewohnen, ist der dritte Planet, von der Sonne an gezählt. Aus den Beobachtnngen der beiden Venusdurchgänge von 1761 und 1769 bestimmte Enke (Entfernung der Sonne, 2 Bde. Gotha 1822—24) die Sonnenparallaxe für die mittlere Entfernung der Sonne und für einen Beobachter im Aequator zu 8″,578, aus welcher eine mittlere Entfernung der Sonne von der Erde von 20,666,800 Meilen folgt, während die wahre von 20,577,649 bis 20,755,943 M. wechselt. Das siderische Jahr der Erde beträgt 365 Tage, 6 Stunden, 9 Minuten, 10,7496 Sekunden; das tropische oder Sonnenjahr 365 T., 5 St., 48 M., 47,8091 S. Letzteres erleidet wegen der Präzession eine kleine Veränderung und wird in 100 Jahren 0,595 Sekunden kürzer. Die mittlere Länge der Erde war den 1. Jan. 1800 ob mittl. Pariser Zeit = 100° 53′ 29″,9; ihre mittlere tägliche Bewegung ist = 59′ 8″,3; im Perihelium bewegt sie sich täglich 1° 1, 10″,1, im Aphelium 57′ 11″,7. Die Länge des Perihels war den 1. Juni 1800 99° 30′ 28″,6, und die Apsidenlinie bewegt sich jährlich 11″,25 von West nach Ost; die jährliche tropische Bewegung von W. nach O. ist daher = 61″,47. Die Exzentrität der Erdbahn war zur selben Zeit 0,01679226 und vermindert sich in 1 Jahrhundert um 0,00001299. — Die Erde ist ein an den Polen sehr wenig abgeplattetes Sphäroid, dessen Aequatorialdurchmesser 1718,8, dessen Polardurchmesser 1713,2, dessen Umfang im Aequator 5400 geogr. Meilen groß ist. Die Abplattung wird zu $^1/_{289}$ bis $^1/_{305}$ angegeben, wonach die Polaraxe also um 5—6 Meilen kleiner ist, als der Aequatorialdurchmesser. Die Hälfte des letztern ist demnach = 3,271,952 Toisen, die halbe Polaraxe = 3,260,634 T., die Länge eines Meridians = 5390,668 Meilen, die Länge eines Quadranten = 1347,667 M. und der Inhalt der Erde = 2,650,686,000 Kubikmeilen. Ihre Oberfläche ist = 9,260,500 □M., von welchen die heiße Zone (beiderseits bis zu 23° 30′ gerechnet) 3,678,246, jede gemäßigte 2,403,988, jede kalte 387,139 □M. einnimmt. Die Dichtigkeit der E. wird aus den genau berechneten Versuchen

von Maskelyne und Hutton am sichersten = $4_{/72}$ angesetzt, das Wasser = 1 angenommen. Die Masse der Erde gibt man in runder Zahl = $1/_{355000}$, genauer = $1/_{354936}$ der Sonnenmasse an. — Die Rotationszeit der Erde oder ein Sternentag derselben währt immer 23 Stunden, 56 Min., $4_{/091}$ Sek. mittlere Zeit; der Sonnentag, welcher vom Augenblick an beginnt, wo die Sonne durch den Meridian geht, wird zwar auch in 24 Stunden getheilt, ist aber ungleich lang (wegen der ungleichförmigen Bewegung der Erde in ihren verschiedenen Entfernungen von der Sonne) und währt im Maximum zu Ende Decembers 24 St., 0 M., 30 S.; im Minimum, Mitte September 23 St., 59 M., 39 S. mittlere Zeit. Ein Punkt ihres Aequators bewegt sich bei der Axendrehung in 1 Stunde $225_{/51}$ geographische Meilen. Die Rotation der Erde erzeugt eine Centrifugalkraft, welche unter dem Aequator am größten und dort = $1/_{289}$ der Schwerkraft ist. Wäre die Axendrehung 17mal schneller, als sie wirklich ist, so wären Schwung- und Schwerkraft unter dem Aequator einander gleich und die Körper würden daselbst gar kein Gewicht haben, während jetzt ein Körper, dessen Gewicht an den Polen = $1_{/005176}$ ist, am Aequator 1 wiegt. Ein Körper fällt im luftleeren Raum unter dem Aequator in der ersten Sekunde $15_{/034}$, an den Polen $15_{/132}$ Par. Fuß. Das einfache Sekundenpendel muß unter dem Aequator $3_{/0501}$, an den Polen $3_{/0664}$ Par. F. lang sein. Eine unter dem Aequator regulirte Sekundenpendeluhr wird daher an den Polen täglich um 3 Min. 47 Sekunden zu früh gehen. — Die Polaraxe der Erde steht nicht senkrecht auf ihrer Bahn, sondern ist gegen diese in einem veränderlichen Winkel geneigt, welcher die Schiefe der Ekliptik gibt, die am 1. Jan. 1800 23° 27′ $58''_{/8}$ war, sich gegenwärtig in jedem Jahr um $0''_{/4758}$ vermindert, zwischen den Extremen von 21° und 28° schwankt, 1837 = 23° 27′ ist, sich fortwährend seit dem J. 2000 v. Chr. bis 6600 n. Chr. ihrem Minimum von 22° 54′ nähert, und von da fortwährend zunehmen wird, bis sie 19,300 n. Chr. ihr Maximum von 25° 21′ erreicht hat, worauf sie wieder 12700 Jahre abnimmt. Nach Lagrange hatte sie ihren größten Werth von 27° 31′ im Jahre 29,400 v. Chr., nahm dann 15,000 Jahre ab, bis sie 14,400 v. Chr. ihren kleinsten Werth von 21° 20′ erreichte, wuchs dann wieder 12,400 Jahre lang, bis sie 2000 v. Chr. ihren größten Werth von 23° 53′ erlangte. Durch diese Neigung der Erdaxe, welche dabei in ihrer Richtung stets gleich bleibt, entstehen die Jahreszeiten, indem nothwendig eine Zeit hindurch die südliche Halbkugel der Sonne mehr zugekehrt, die nördliche von ihr abgewendet ist: erstere also Sommer, letztere Winter hat, während zu einer andern die Sache sich umgekehrt verhält und im Uebergang von einer Zeit zur andern

Verhältnisse eintreten, wo die Sonne scheinbar den Aequator passirt, um von einer Halbkugel zur andern überzugehen, was im Frühling und Herbst der Fall ist. Zur Zeit, wo die Sonne eben den Aequator durchschneidet, sind Tag und Nacht gleich lang, weßwegen man diese Zeitpunkte Aequinoktien nennt. Das Frühlingsäquinoktium fällt etwa auf den 21. März, das Herbstäquinoktium auf den 21. Sept. Die Zeiten, wo die Sonne den tiefsten Stand unter dem Aequator erreicht, was im Mittel um den 21. Juni und 21. Dec. statt findet, heißen Solstitien; im Sommersolstitium ist der Tag am längsten, die Nacht am kürzesten, im Wintersolstitium verhält sich dieses umgekehrt. Die Zeiten zwischen den Aequinoktien und Solstitien sind ungleich. Zwischen dem Frühlingsäquinoktium und Sommersolstitium verstreichen im Mittel 92 Tage 22 St.; von hier aus bis zum Herbstäquinoktium 93 T. 14 St.; von diesem bis zum Wintersolstitium 89 T., 17 St.; von diesem bis zum Frühlingsäquinoktium 89 T. 1 St. Das Sonnenjahr dauert also 365 T. 6 St.; das Kalenderjahr nur 365 T.; aber jedes 4te Jahr 366 T. — Die Atmosphäre der Erde ist dichter und höher, als jene der vorigen Planeten und sie ist beinahe zu $\frac{3}{4}$ vom Meere bedeckt, welches sie vor Merkur und Venus zu charakterisiren scheint. Von der Atmosphäre und vom Meere, so wie von den Bewegungen, welche die andern Weltkörper in beiden veranlassen, wird im vierten Buche gehandelt werden.

Mars ist der vierte Planet, von der Sonne an gerechnet, und der letzte der ersten Ordnung. Er ist zugleich der erste der obern Planeten, d. h. derjenigen, welche sich außer der Erdbahn bewegen. Man sieht ihn daher nicht bloß in der Nähe der Sonne, sondern unter den verschiedensten Winkeln mit derselben, oft ihr gerade entgegengesetzt und immer ganz oder doch über $\frac{7}{8}$ beleuchtet, also nie Phasen zeigend, gleich den übrigen obern Planeten, wo der nicht beleuchtete Theil noch kleiner und daher gar nicht wahrnehmbar ist. — Die mittlere Entfernung des M. von der Sonne beträgt 31,779,645/7 Meilen. Bei der großen Exzentrizität seiner Bahn wechselt aber seine Entfernung von 29—35 Mill. M. In der Opposition kann er der Erde bis auf 7,000,000 M. nahe kommen, in der Konjunktion sich bis auf 54,000,000 von ihr entfernen. Hiernach wechselt sein scheinbarer Durchmesser von 27—4″. Den mittlern Durchmesser der Sonne sehen die Marsbewohner 21′/333 groß, also über 10′ kleiner als wir. Der Durchmesser des M. ist = 1000 Meilen, etwa $\frac{6}{10}$ des Erddurchmessers; seine Oberfläche etwa 3,000,000 □M., nicht ganz $\frac{1}{3}$ jener der Erde; sein Volumen 467,000,000 □²M., etwa $\frac{1}{5}$ des Erdvolumens. Das Verhältniß der Polar- zur Aequatorialaxe wurde von

W. Herschel wie 15 : 16 angegeben, was wegen der langsamen Axendrehung wenig wahrscheinlich ist; man trat daher Schröters Bestimmung von 80 : 81 bei. In Beziehung auf die Fixsterne dauert sein (siderischer) Umlauf 686/980, in Beziehung auf den Frühlingspunkt 686/930 Tage. Er legt hiebei im Mittel 3½ Meilen in der Sekunde zurück. Aus den sehr geringen Störungen, die M. auf die Erde ausübt, hat man seine Masse auf 1/10 dieser bestimmt, wonach die Dichte 7/10 jener der Erde, die Fallgeschwindigkeit der Körper auf ihm 6/3 Fuß wäre. — Bekanntlich ist M. trübroth, wie glühendes Eisen. Schon Achromaten von 3—4 F. Brennweite zeigen braunrothe und grünliche, zum Theil sehr beständige Flecken auf ihm, die man für Länder und Meere hält und wonach seine Umlaufszeit auf 24 St., 39 M. 21 Sek. bestimmt wurde. Gewisse von Harding und Schröter beobachtete Flecken sind an Gestalt sehr veränderlich, rücken oft mit einer Geschwindigkeit von 50 — 90 Fuß in d. Sek. über die Scheibe fort und gehören wohl der Atmosphäre des M. an. Cassini und Römer gaben diese sehr stark und dicht an, South sprach sie dem M. ganz ab; beide Ansichten gründen sich auf Beobachtungen von Sternbedeckungen, wobei die Erstern den Fixstern allmälig dunkler werden und noch vor dem Rand verschwinden: Letzterer einen hellblauen Stern Farbe und Licht bis zur Bedeckung vollkommen beibehalten und auch beim Austritt ohne Aenderung zeigen sah. Entweder sind also Cassini's und Römer's Beobachtungen ungenau, oder der physische Zustand des Planeten hat sich verändert. (Littrow glaubt South's Wahrnehmung aus der außerordentlichen Lichtstärke und Präzision seines Refraktors zu erklären.) Die Abplattung des M. bestimmte W. Herschel zu 1/16, Andere viel kleiner. An jedem Pol gewahrt man einen runden, blendend weißen Fleck, den man nach Herschels, Gruithuisens, Beers und Mädlers Beobachtungen mit Grund für Polarschnee hält, weil beide im Sommer jeder Halbkugel immer kleiner, im Winter immer größer werden. Flaugergues bemerkt übrigens, daß die Verkleinerung dieser Polarflecken (von welchen der südliche größer ist), schneller fortschreite, als das Schmelzen des Schnees auf der Erde. — Aus diesen Flecken bestimmte man die Neigung des Aequators auf die Bahn zu 28° 42′, weßwegen die Jahrszeiten auf Mars, abgesehen von ihrer größern Länge, ziemlich mit den unsrigen übereinstimmen mögen. — M. empfängt nur halb so viel Licht von der Sonne, als die Erde. — Die große Exzentrizität der Marsbahn führte Kepler auf die Entdeckung der Elliptizität der Planetenbahnen; in neuerer Zeit lernte man durch M. zuerst die Sonnenparallaxe genau bestimmen und hiedurch die Größe des Planetensystems kennen.

Zweite Ordnung. Die intermediären, zwerghaften Planeten (Asteroiden W. Herschels). Ihre Bahnen reichen wenig über den 2ten Zwölftheil des Durchmessers des Planetensystems hinaus; sind bis auf 37° zur Ekliptik geneigt und langgestreckt elliptisch; ihre Massen sind alle viele Millionenmal geringer, als jene der Sonne.

In diese Ordnung gehören ebenfalls 4 Planeten, sämmtlich erst im 19ten Jahrhundert entdeckt (s. S. 28). Lange zuvor hatte man schon in der großen Lücke zwischen Mars und Jupiter einen Planeten vermuthet (besonders Lambert, Bode rc.); man fand nun statt eines 4, und wahrscheinlich sind noch mehrere in jenem Raume vorhanden, die man vielleicht noch lange unter den kleinen Fixsternen übersehen wird. Alle Asteroiden sind von zwergartiger Größe und bilden schon in dieser Beziehung einen Gegensaz zu den übrigen Planeten, vorzüglich zu jenen der dritten Ordnung. Ihre Bahnen sind merkwürdig verschlungen und zum Theil so stark gegen die Ebene des Sonnenäquators geneigt, daß der Thierkreis der Alten — durch dessen 12 Sternbilder (s. Angabe derselben im 2ten Hauptstücke S. 196), welche alle nur wenig von der Sonnenbahn abweichen, sie die ihnen bekannten Planeten sich bewegen ließen, — mit der Entdeckung der Asteroiden seine Bedeutsamkeit verlor. Obwohl von nahe gleicher Größe haben die Bahnen doch eine solche Neigung gegen einander, daß ein Zusammenstoß der Asteroiden nicht wohl möglich ist, indem einige Bahnen ihre größte nördliche oder südliche Breite da haben, wo die Knoten der andern liegen. Ueber die gegenseitige Lage der Bahnen der Asteroiden rc. sehe man Clausens Auffaz in Gruith. Analekt, 7tes Heft, S. 37 ff. Clausen berechnet, daß, die Entfernung zwischen Ceres und Pallas ausgenommen, die absolut kleinsten Entfernungen der übrigen zu zwei und zwei an ihren gemeinschaftlichen niedersteigenden Knoten auf der Pallasbahn fallen, welches also in der Hypothese eines vormaligen gemeinschaftlichen Durchschnitts aller Bahnen die Gegend desselben — und demnach auch der Punkt einer vermutheten Katastrophe eines ursprünglichen Weltkörpers — gewesen sein müßte. Die Exzentrizität dieser Bahnen ist so groß, daß bei zweien derselben (von Juno und Pallas) der Unterschied zwischen ihrer größten und kleinsten Entfernung von der Sonne fast die Hälfte der mittlern Entfernung beträgt. Solche Verhältnisse erinnern an die Bahnen der Kometen. Sezt man noch hinzu, daß manche Asteroiden bisweilen von einer ungeheuern Dunsthülle umgeben sind, die zu anderer Zeit wieder verschwindet: daß einige von ihnen außerdem in Stärke und Art des Lichtes ungemein

wechseln und vielleicht zum Theil in eigenem Lichte glänzen, so sieht man, daß zahlreiche Züge auf Hinneigung zu kometarischer Natur der Asteroiden deuten, und sie sonach als Uebergangsformen zwischen Planeten und Kometen zu betrachten sind. Jene großen und veränderlichen Atmosphären, (welche mir auf außerordentliche Exhalations- und Resorptionsprozesse zu deuten scheinen) erschweren die Bestimmung der scheinbaren und sonach auch der wahren Durchmesser und Volumina sehr. Daher weichen auch die Angaben Herschels — nach welchem keiner der scheinbaren Durchmesser eine Sekunde übersteigen soll, — und Schröters, dessen Messungen der scheinbaren und Berechnungen der wahren Durchmesser unten angegeben sind, sehr von einander ab. — Auf die Meinung mancher Astronomen, daß die 4 Asteroiden Trümmer eines ehemaligen Planeten seien, werden wir im 6ten Hauptstück zurückkommen. Masse, Dichtigkeit, Fallkraft der Körper auf ihnen, Rotationszeit (da man noch auf keinem Flecken sah) sind bis jetzt unbekannt. — Durch die großen Störungen, welche die Asteroiden in ihren Bewegungen durch den mächtigen, ihnen benachbarten Jupiter erleiden, sind sie für Bestimmung der Masse desselben sehr wichtig geworden. —

Der erste Planet dieser Ordnung oder der fünfte von der Sonne an gezählt, ist Vesta. Sie leuchtet nach Schröter in ungemein hellem, fast fixsternartigem Lichte, in ihrer Erdnähe schon dem freien Auge als Stern 6ter Größe sichtbar. Ihr scheinbarer Durchmesser wechselt von 0''2 — 0''5. Ihre kleinste Entfernung von der Erde ist = 23,000,000 M.; ihre größte = 72,000,000 M. Ihr wahrer Durchmesser wird zu 58 M., ihre Oberfläche zu 10,729 □M. angegeben. Ihre mittlere Entfernung von der Sonne ist = 49,121,,087 M. Ihr Jahr währt 3 Erdenjahre, 346 Tage. Die Fallkraft der Körper auf Vesta vermuthet man 32mal langsamer, als auf der Erde. Atmosphärische Bedeckungen, wie sie die folgenden A. oft zeigen, werden an V. nie wahrgenommen.

Juno erscheint als reine atmosphärenlose Scheibe von weißem, ruhigem Lichte, von 0''7 bis 3''3 scheinbarem Durchmesser. Ihre mittlere Entfernung von der Sonne ist = 55,628,847 M. und ihre Bahn ist unter allen Planetenbahnen am meisten exzentrisch. Kleinste Entfernung von der Erde 19,000,000, größte 88,000,000 M. Das Jahr der J. währt 4 Erdenjahre 126 Tage.

Ceres leuchtet bald nur durch's Fernrohr sichtbar in weißlichem, bald selbst dem freien Auge sichtbar in röthlichem Lichte; ist manchmal ganz frei, scharf begrenzt, rein, zu andern Zeiten von einer der Höhe nach sehr veränderlichen, bisweilen über 100 Meilen hohen Atmosphäre umgeben. Ihr scheinbarer Durchmesser wechselt von 0''9 bis 2''3. Die mittlere Entfernung der C. von der Sonne ist = 57,719,789 M. Kleinste Entfernung von der Erde

31,000,000, größte 81,000,000 M. Ihr Jahr währt 4 Jahre 221 Tage Erdenzeit.

Pallas ist die letzte der Asteroiden, der 11te Planet von der Sonne an gezählt. Gleich der Ceres ist sie oft von einer ungeheuern Dunsthülle umgeben, die sich zu andern Zeiten um das Doppelte zusammenzieht, manchmal sogar ganz verschwindet. Ihr scheinbarer Durchmesser ändert von 1'' bis 4''/2. Ihre mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 57,751,975 g. M.; ihr Jahr währt 4 Erdenjahre 215 Tage, und ihre Bahn hat unter allen Planetenbahnen die größte Neigung gegen die Ebene des Sonnenäquators, nämlich 37° 8' 12''/6 und nach jener der Juno die größte Exzentrizität. Die mittlere Bahngeschwindigkeit wird zu 2/5 M. in der Sekunde angegeben. Kleinste Entfernung von der Erde 21,000,000, größte 90,000,000 M. Nach Schröter wäre sie die größte unter den Asteroiden, und hätte einen Durchmesser von 452 g. M.

Dritte Ordnung. Die sonnenfernen, kolossalen, wenig dichten Planeten. Ihre Bahnen nehmen fast 9 Zwölftheile vom Durchmesser des Planetensystems ein; sie sind charakterisirt durch sehr bedeutende Größe (76—1333 mal mehr als die Erde), geringe Dichtigkeit ($^1/_5$ — $^1/_{10}$ von jener der Erde), sehr dichte Atmosphären, welche streifenartige Anordnung und gewaltige Veränderungen zeigen, — durch welche ferner scheinbare Aenderungen der Gestalt bedingt sind; langsame Bahn- sehr schnelle Rotationsbewegung (welche beiden Geschwindigkeiten hier fast gleich groß sind, während sie sich bei den Planeten der ersten Ordnung wie 96—302 : 1 verhalten), also kurze Rotationszeit ($^3/_{10}$—$^4/_{10}$ jener der Erde) und sehr starke Abplattung an den Polen; auffallende Lichtstärke und zahlreiche Monde (4—7), wodurch sie selbst als Mittelpunkte kleinerer Systeme erscheinen. Auf ihnen dürften die leichten Metalle der Erden und Alkalien vorwalten; ihre überwiegenden Atmosphären lassen sie als die elektrischen Planeten erscheinen.

Jupiter ist der erste Planet dieser Ordnung, oder der 9te von der Sonne an gerechnet; zugleich der größte aller Planeten. Sein Licht ist sehr intensiv, weiß, ins gelbliche spielend und seine 4, schon durch 20 mal vergrößernde achromatische Fernröhre sichtbaren Monde, scheinen nach einer geraden durch seinen Mittelpunkt gehenden Linie gereiht. Unter allen Sternen des Himmels steht J. nur der Venus an Helligkeit nach. Seine mittlere

Entfernung von der Sonne beträgt 108,495,777/55 M., seine Entfernung von der Erde wechselt von 79—130,000,000 M. Sein Durchmesser erscheint uns in der Conjunktion 30″, in der Opposition 49″ groß. Seine Größe steht der der Sonne 905mal nach und übertrifft jene der Erde 1333 mal: da aber seine mittlere Dichtigkeit mehr als 4 mal geringer, als jene der Erde ist, so ist seine Masse nur 340mal bedeutender, als jene unseres, beinahe 3mal als die aller Planeten zusammen, und nach Newton 1067, nach Bouvard 1073, nach Gauß und Enke 1054, nach Airy (aus Beobachtungen des 4ten Mondes von 1834 fast ganz die nämliche, wie man sie 1832 und 1833 erhalten hatte, nämlich) 1048mal kleiner als jene der Sonne. Die Rotation, von Letzterm nach einem Flecken bestimmt, währt 9h 55′ 21″. Der Flecken, welcher zur Bestimmung diente, macht 225 Umwälzungen in 93 Tagen. (Philos. Soc. of Cambridge. Sitzung v. 4. Mai 1835). — Fernröhre zeigen 4—5 größere Streifen parallel seinem Aequator: die größten dem Aequator nächsten laufen über die ganze Scheibe weg und sind sehr beständig, während die kleinen sehr veränderlich sind, oft in wenigen Stunden entstehen und vergehen, manchmal nur zu 8—10, manchmal bis zu 40 erscheinen. Außerdem sieht man noch kleine dunkle, wolkenähnliche Flecken. Von den großen Streifen laufen oft kleine wie Strahlen aus, manchmal entstehen in jenen ganz schwarze Flecken, in denen man die dunkle Fläche des Planeten selbst zu sehen glaubt. Die Flecken bewegen sich meistens von West nach Ost, (können also nicht der Oberfläche des Planeten angehören) mit der ungeheuern Schnelligkeit von 300—10,000′ in der Sekunde: kaum durch auf Jupiter herrschende Passatwinde, wie manche wollen, was bei der, wie man annimmt, so dichten, vielleicht unserem Wasser gleichkommenden Atmosphäre desselben doppelt unbegreiflich wäre, sondern eher durch elektrische Forterregung. Hierauf scheinen auch die durch Cassini schon beobachteten plötzlichen Aufheiterungen und Verdunklungen zu beruhen, welche oft in wenigen Stunden sich über 10—20,000 Quadratmeilen, — nach Schröter besonders an den Polen — verbreiten. Nach der in der Tabelle angegebenen Rotationszeit legt ein Punkt des Aequators vom J. in einer Sekunde 1⁷⁄₁₀ Meilen zurück, also beinahe 27mal mehr als ein Punkt des Erdäquators. Brandes vergleicht (Gehl. Wörterb. 5ter Bd. S. 809) die fortrückenden Flecken mit den öfters sehr schnell über große Länder sich verbreitenden Verdunklungen unserer Atmosphäre, und glaubt in Beziehung auf die Streifen, daß auch unsere tropischen Regen dem entfernten Beobachter als dunkle Gürtel um die Erde erscheinen mögen. Auch Kastner äußert, daß die Streifen der Jupiters- und Saturnskugel dem tropischen Regengürtel der Erde entsprechende

große Wolkennetze seien, welche nur durch sehr hohe Gebirge unterbrochen zu sein scheinen. Mars zeige eine ähnliche Erscheinung unter seinem Aequator; die dunstreichen Atmosphären der Asteroiden verhinderten die Beobachtung solcher Streifen, wenn sie auch vorhanden wären; doch liessen die oft plötzlichen Enthüllungen der Pallas auf gewaltige atmosphärische Veränderungen schließen. Allen Trabanten schienen die Wolkengürtel abzugehen; wahrscheinlich weil sie entweder nur sehr wenig Wassergas, oder ganz wasserleere Atmosphären haben. (Meteorologie, 1ter Bd. S. 272.) In der ausserord. Beil. zur allg. Zeitung vom 7. Mai 1836 S. 836 sagt hingegen Gruithuisen: „Die veränderlichen dunkeln Streifen auf der Oberfläche des Jupiter waren 1786 und 96 von Schröter, und von mir von 1814 bis 24 nie anders gesehen worden als dunkelgrau. Allein allmälig verlor unter den mannigfaltigsten Veränderungen J. von seinen 4 dunkeln Hauptstreifen einen nach dem andern, und gegenwärtig hat er nur noch einen einzigen; und auch seine feinen schmalen Streifen gegen die Polarkreise sind nicht mehr so deutlich sichtbar wie ehemals, und an Farbe völlig hell-bleigrau. Als ich, (was noch sonderbarer ist) am 23. April l. J. an meinem neuen 30zölligen achromatischen Fernrohre eine 150malige Vergrößerung auf den J. probiren wollte, erblickte ich den einzigen noch übrigen dunkeln Hauptstreifen nicht mehr grau, sondern über Alles deutlich rostbraun. Ganz dasselbe sah ich mit meinem Fraunhofer von 4''' Oeffnung, unter andern Vergrößerungen. Ich traute dennoch meinen eigenen Augen kaum — aber ein anderes Auge sah dasselbe, und man bezeichnete mir die Farbe als hellbraun. Allein 25 Stunden später, oder nach 2½ Rotationen J's., hatte ich von dieser Farbe unter denselben Umständen kaum eine Spur wahrnehmen können. Seitdem habe ich gleichwohl diese Farbe mehrmal eben so deutlich wieder gesehen als das erste mal." Später (Allg. Zeitung v. 29. Juni 1836, außerord. Beil. S. 1187) erklärt G. diesen braunen Streif für einen Brand im Wolkenhimmel des J's. der freilich die ungeheuere Größe von 97,000,000 Quadratmeilen haben müßte. Braun erscheine der Streif wegen der Tageshelle auf J., so wie man bei einem in hellem Sonnenschein brennenden Dorfe das Feuer durch den Rauch gelblich-braun sehen würde. (Auch Saturn zeige gegenwärtig auf seiner nördlichen Halbkugel einen dunkeln Streifen). G. glaubt, J. habe etwas Sonnennatur, weil er, wie schon Schröter entdeckte, gleich der Sonne schwarze Flecken und weiße Stellen zeige, Oeffnungen und Fakeln. Die Fleckenzone habe dieselbe jovigraphische Breite, wie jene der Sonne heliographische. J. vermöge in seiner Wolkensphäre Licht und Wärme zu entwickeln (l. c. 28. Juni S. 1183). — Nach Schröter würde der Aequatorial- den Polar-

durchmesser J's. um 800 Meilen übertreffen, nach Struve sind die scheinbaren Durchmesser in J's. mittlerer Entfernung 38'',412 und 35'',645, also die Abplattung = 0,0782. Da die Schiefe der Ekliptik für J. nur 3° ist, so folgt, daß Jahreszeiten und Tageslänge auf ihm sehr wenig Wechsel zeigen, wogegen die aus der joviographischen Breite folgenden Unterschiede sehr bedeutend sein müssen. Den Bewohnern der Aequatorialgegend wird die Sonne fast immer im Zenith stehen, während die Pole ½ Jahr des J. oder etwa 6 Erdenjahre abwechselnd Sommer und Winter haben. — Die Sonne erscheint auf J. 27mal kleiner als auf der Erde, 6' im Durchmesser; in eben dem Maße erhält J. also weniger Licht und Wärme von selber. — Die vielen Finsternisse der Jupitersmonde werden den Bewohnern J's. ein angenehmes Schauspiel gewähren, durch die schnelle Axendrehung werden sie ihre Zeit und den Ort jedes Gestirns sehr genau bemessen, und wegen der bedeutenden Größe ihres Planeten die Parallaxe der Himmelskörper leichter als wir bestimmen können. Wegen der viel größern Fallkraft der Körper auf J. müßte unser Sekundenpendel von 3' daselbst eine Länge von 8' haben, um in einer Sekunde eine Schwingung zu machen.

Auf Jupiter folgt als der zehnte Planet Saturn, kenntlich an seinem matten ins bleigraue fallenden Lichte, nicht heller als die gewöhnlichen Fixsterne erster Größe. Die Sonne erscheint ihm nur 3' 20'' groß, ihre Scheibe also 90mal kleiner als uns. Eben so viel schwächer ist für S. Licht und Wärme. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist 198,984,136 M., die Entfernung S's. von der Erde wechselt von 160—223,000,000 M. Sein Durchmesser erscheint uns in der Erdferne 15'', in der Erdnähe 21'' groß. Daß man auf ihm von der Erde etwas wisse, ist kaum glaublich, da sie sich vom S. aus gesehen höchstens 6° von der Sonne entfernt. Noch weniger wird man Merkur und Venus sehen können. Seine Oberfläche ist 95 mal, sein Volumen 928 mal größer als jenes der Erde; da aber seine Dichtigkeit etwa 10mal kleiner ist, als die der Erde (geringer als jene des Tannenholzes), so ist seine Masse nur 95 mal größer, und die Fallgeschwindigkeit der Körper nur 14/5 Pariser Fuß. Die stark brechende, also sehr dichte Atmosphäre S's. zeigt ähnliche, doch weniger abstechende Streifen, wie jene Jupiters, und die eben Winter habende Halbkugel erscheint weißer und heller. Wegen der 30° betragenden Neigung des Aequators auf die Bahn müssen die Jahreszeiten S's. sehr stark ausgesprochen sein. Herschel fand die Abplattung gleich 1/22 und etwa unter 45° nördl. und südl. Breite eine starke Erhebung, so daß hier Saturn den größten Durchmesser: 1 haben würde, während jener des Aequators nur 0,97, jener der Pole nur

0/80 sein soll. Schröter widersprach, indem er Gestalt und Abplattung fortwährend stark ändern sah. Horner (im Art. Saturn in Gehl. Wörterb. neue Bearb. Bd. 8. S. 165) erklärte sich für Herschels Ansicht, daß S. ein Viereck, oder vielmehr ein Parallelogramm bilde, dessen Ecken tief, doch nicht bis zum Sphäroid abgerundet sind. (Vergl. Herschel's Abbildungen des S. in Phil. Transact. für 1805). Gruithuisen will am 28. Januar 1829 die Saturnskugel gegen den südlichen Pol hin paraboloidisch verschmächtigt, und am Südpol selbst aufgebläht, daher ganz entgegengesetzt der von Herschel beobachteten kuboidischen Gestalt gesehen haben. (Anal. für Erd- u. Himmelskunde. 3tes Heft S. 45). — S. ist von einem höchst merkwürdigen Ringe umgeben, mittelst dessen er uns in sehr verschiedener Gestalt erscheint, und den Huyghens 1655 als Ring zuerst erkannte, nachdem früher Galilei, Hevel, Gassendi rc. unrichtige Erklärungen hievon gegeben hatten. Cassini erkannte ihn 1715 als Doppelring. Nach Struve beträgt der äußere Halbmesser des äußern Ringes 19,045, der innere 16,762, der äußere Halbmesser des innern Ringes 16,375, der innere 12,667, die Breite des äußern Ringes 2283, die des innern 3708, der Raum zwischen beiden 387, also der Halbm. des ganzen Doppelringes 6378, der Abstand des innern Randes von S. 4122 g. M. Die Dicke fand Herschel = 22, Schröter = 119 M. Nach des Erstern Bestimmung wäre sein ganzes Volumen 13,980,000,000 Kubikmeilen. Nach Schwabe, dem die meisten Astronomen der neuesten Zeit beigetreten sind (mit Ausnahme Bessels) liegt die Kugel nicht ganz konzentrisch im Ring, sondern etwas westlich in demselben. Der Ring des S. ist ein dunkler Körper, welcher deutlichen Schatten auf ihn wirft. Das Licht des Ringes soll weißer und lebhafter als das der Planetenkugel sein. Nach Bessel ist der Ring jetzt 28° gegen die Ekliptik geneigt, und die Länge seines aufsteigenden Knotens in der Ekliptik = 167°. Wegen der (immer gleichen) Neigung erscheint der Ring von Sonne und Erde aus nie als Kreis, sondern immer nur als veränderliche Ellipse, deren konstante große Halbaxe, bei S's. mittlerer Entfernung = 20″/047, deren veränderliche kleine Halbaxe nie mehr als 9″/55 sein, manchmal bis zu einer geraden Linie (der Dicke des Ringes) abnehmen, daher für nicht sehr starke Fernröhre unsichtbar werden oder auch ganz verschwinden kann, wenn die Ebene des Ringes durch die Erde geht, oder wenn nur die erweiterte Ebene des Ringes zwischen Erde und Sonne durchgeht, wo er uns seine dunkle, d. h. unsichtbare Seite zukehrt. Ueberhaupt erscheint S. ohne Ring, wenn er im östlichen Theile des Löwen und westlichen des Wassermanns steht, während der Ring am weitesten offen steht beim Stande S's. in den Hörnern des Stiers oder zwischen dem

Skorpion und Schützen. Schröter sah auf der feinen Lichtlinie des Ringes mehrere helle Punkte, die er für Gebirge hält, und zum Theil 200 M. hoch schätzt. Herschel fand aus der Ortsveränderung dieser Berge eine Rotation des Ringes von 10½ Stunden, übereinstimmend mit der Rotation der Kugel selbst. Schröter, welcher im Januar 1803 auf der westlichen Anse einen, auf der östlichen zwei ausgezeichnete Lichtpunkte, die er für vielleicht 100 Meilen hohe Berge hielt, immer in derselben unverrückten Lage beobachtete, läugnet hienach eine Rotation des Ringes ganz; man ist aber Herschels Meinung beigetreten, da der Ring der Theorie nach rotiren muß, wenn sein Bestand gesichert sein soll, indem die der Kugel nähern Theile sonst der Anziehung gegen diese folgen, und den Zusammensturz des ganzen Ringes herbeiführen würden. Olbers erklärte jene Lichtpunkte Schröters für eine nothwendige Folge der Erleuchtung durch die Sonne, welche nach optischen Gesetzen, immer an den von Schröter angegebenen Stellen eine solche Erscheinung hervorbringen müsse, die Ringe möchten auch noch so schnell rotiren. (Vergl. Gruithuisens Neue Anal. 1ten Bds. 4tes und 5tes Hft. S. 64). Hingegen Gruithuisen tritt Schröters Meinung bei und glaubt, daß der Saturnsring sich wie ein Sonnenmond verhalte, der Sonne stets dieselbe Seite zukehre, daher nicht rotire. (Anal. 2c. Heft 7. S. 97). Kapitain H. Kater sah 1825 den äußern Saturnsring dunkler und von zahlreichen dunkeln Abtheilungen geschlossen, wovon eine, die den Ring in gleiche Hälften theilte, mächtiger war als die übrigen. Schon Cassini, dann Quetelet, Schott hatten ähnliches gesehen. 1826 wurde aber diese Theilung des äußern Ringes weder von Herschel, noch von Struve, noch von Kater, selbst bei sehr günstigem Wetter gesehen; alle sahen aber den äußern Ring dunkler als den innern. Kater fragt: Ob nicht dieser Lichtmangel des äußern Ringes von einer dunklern Atmosphäre herrühre, die vielleicht in gewissen Umständen eine scheinbare Theilung des äußern Ringes darstelle? (Gruith. Anal. 2c. 7tes Hft. S. 55). Gruithuisen erklärte schon 1825 in einer Mittheilung an Harding den äußern Ring für einen Wolkenring (Anal. 2tes Hft. S. 12) und glaubt, daß Katers Beobachtungen seine Vermuthung bestättigten.— Von der Aequatorialzone des S's. sehen seine Bewohner nur die dunkle innere Kante des Ringes, welche außer den Fixsternen auch noch die 7 Monde verdeckt, weil diese sich in der Ebene des Ringes bewegen. Bis 55° nördl. und südlicher Breite erscheint der Ring als ein immer breiterer leuchtender Bogen für die eben der Sonne zugewendete Halbkugel, während er der eben abgewendeten viel vom Himmel verdeckt und jahrelange Sonnenfinsternisse hervorbringt. Von 55—90° Breite ist der Ring immer unsichtbar.

Viele Astronomen halten diesen ungemein merkwürdigen Ring für eine feste, gleichsam aus verwachsenen Monden bestehende Masse. Horner sieht ihn hingegen (l. c. S. 174) für einen konstanten Wolkenzug an, für eine durch Centrifugalkraft von dem Planeten losgeschleuderte dunstförmige Wassermasse.

Uranus, der 11te und letzte Planet bewegt sich in einer mittlern Entfernung von 397,989,255 M. um die Sonne. Seine Entfernung von der Erde wechselt von 382—419,000,000 M., sein scheinbarer Durchmesser von 4''/3—3''/5. Er erscheint uns als kleine, matt aber gleichförmig beleuchtete Scheibe, auf der man weder Streifen noch Flecken erkennen kann. Flamstead hatte ihn schon 1690, Tob. Mayer 1756 beobachtet, aber beide hatten ihn als Fixstern eingetragen, bis ihn Herschel 1781 wieder auffand und als Planet erkannte. Seine Oberfläche ist beinahe 18mal, sein Volumen 76mal größer als jenes der Erde, seine Dichtigkeit 5 mal geringer, und die Fallgeschwindigkeit der Körper auf ihm 14½' in der Sek. Die Sonne erscheint ihm unter einem Winkel von 1' 40'', in der Fläche 300mal kleiner als uns. Die Abplattung soll nach Herschel bedeutend sein; die Rotationszeit ist nicht bekannt, da man auf U. noch keine Flecken sah. Die Uranusbahn fällt sehr nahe mit unserer Ekliptik zusammen, und die Bahnen der 6 Uranusmonde stehen auf sie beinahe senkrecht. Da die Monde der übrigen Planeten sich in deren Aequatorebene bewegen, und dieß wahrscheinlich auch hier der Fall ist, so steht also der Aequator des U. senkrecht auf seiner Bahn, oder die Schiefe der Ekliptik ist für ihn = 90°, was den größtmöglichen Unterschied der Jahreszeiten, und für die Polarländer eine 42jährige Nacht und einen eben so langen Tag begründet.

III. Klasse. Die Monde oder Nebenplaneten.

Weltkörper ohne Axendrehung, welche sich in elliptischen Bahnen um die Planeten bewegen, die fast mit deren Aequatorialebene zusammen fallen und denselben immer die gleiche Seite zeigen, — während sie im Raume Cykloidallinien beschreibend, die Planeten auf ihrer Bahn um die Sonne begleiten, und bei jedem Umlauf um jene, der Sonne nach und nach alle Punkte ihrer Oberfläche zukehren.

Obige Bestimmung ist zum Theil mit Hülfe der Analogie abgefaßt. Man hat bis jetzt nur am 2ten und 4ten Jupitersmonde und am 7ten Saturnsmonde Flecken und Umwölkungen wahrgenommen, aus denen sich abnehmen ließ, daß auch sie, wie unser Mond, ihrem Planeten immer nur eine Seite zuwenden.

Man hat bis jetzt 18 Monde in unserem Sonnensysteme

entdeckt, wovon 1 um die Erde, 4 um Jupiter, 7 um Saturn und 6 um Uranus sich bewegen. (G. H. Schubert glaubt, daß Uranus 10 Monde habe, weil man von unserem Monde angefangen, immer eine Zunahme von 3 bemerke, und weil der nächste Uranusmond 13 Halbmesser des Hauptplaneten von diesem entfernt sei, während die 5 innersten Saturns- so wie die 2 innersten Jupitersmonde sämmtlich näher als 12 Halbmesser ihres Planeten an diesem stehen).

I. Der Mond der Erde.

Literat. Mit Uebergehung der ältern meistens fragmentarischen und unvollkommenen Beschreibungen, welche Galilei, Scheiner, Schiclaus, Riccioli (dessen Namengebung übrigens jetzt noch gebräuchlich ist) von der Mondoberfläche geben, führen wir nur an: Hevelii Selenographia 1640. — Schröter, selenotopographische Fragmente zur genauern Kenntniß der uns sichtbaren Mondoberfläche, 2 Bde. mit zahlreichen Karten, 4. 1799—1802. — Lohrmann, Topographie der Mondoberfläche, 1tes Hft. 6 Karten mit Beschreibung, Lpzg. 1824. — Generalkarten vom Monde lieferten Dominik Cassini 1640, Tobias Mayer, (herausgegeben 1775 von Lichtenberg, verbessert von Gruithuisen 1820, in Act. Academ. Caes. Leop. Bd. 10). Beer und Mädler, topographische Karte der sichtbaren Mondoberfläche (3′ Durchm.), Berlin 1835—37.

Unser Mond läuft in einer Bahn um die Erde, welche nicht genau in der Ekliptik liegt, sondern um 5° 9′ gegen sie geneigt ist, und die Knoten der Mondsbahn gehen in nahe 19 Jahren ganz um die Erde herum. Der höchste und tiefste Stand des Mondes im Meridian kann also auch um 5° 9′ vom höchsten und tiefsten Stand der Sonne verschieden sein, und die größte Deklination des Mondes daher bis auf 28° 37′, und zu einer andern Zeit wieder nur bis zu 18° 19′ gehen. Jedermann weiß, daß der Vollmond im Winter immer sehr hoch, im Sommer hingegen immer sehr niedrig im Meridian steht. Dieses rührt daher, daß der Mond zur Zeit seines Volllichts der Sonne stets gerade gegenüber sich befindet, und also im Winter in jenem Theile der Ekliptik weilt, den die Sonne im Sommer einnimmt, und der am höchsten über dem Aequator steht. Im Sommer hat bei Vollmond gerade das Gegentheil statt. — Da der Aequator des Mondes gegen seine Bahn nur um $^{6}/_{6}$ geneigt ist, verschwindet der Unterschied der Jahreszeiten fast gänzlich, da die Bewohner der Aequatorialzone, so lange sie der Sonne zugekehrt sind, diese fast immer im Scheitel, jene der Pole im Horizont haben. Der Unterschied nach der selenographischen Breite muß also sehr groß sein; die Aequatorialzone wird immer Sommer, die gemäßigten Zonen werden immer Frühling, die Polarzonen des M. immer Winter, haben. Tage und Nächte sind

immer fast gleichlang. Der Tag oder die Zeit zwischen 2 Aufgängen der Sonne fällt für die Mondbewohner mit ihrem Jahre zusammen; beides dauert 29½ Tage, binnen welchen nach und nach alle Theile von der Sonne beschienen werden, und jeder Ort dieselbe 14¾ Tage über und eben so lange unter dem Horizont hat. — Während der allgemeinen, obschon sehr langsamen Umwälzung des ganzen Himmels erscheint den Seleniten die Erde als eine prachtvolle, alle Himmelskörper, die Sonne nicht ausgenommen, weit an Größe übertreffende Scheibe immer am selben Punkt des Firmaments zu stehen, sich innerhalb 24 Stunden einmal um ihre Axe drehend und hiebei die mannigfachen Flecken zeigend, die aus der Vertheilung von Land und Meer auf ihr entstehen. Die in der Mitte der Mondscheibe lebenden Bewohner werden die Erde immer im Zenith sehen, die am Rande lebenden am Horizont. Die Erde erscheint ihnen als 13mal größere Scheibe, als uns der Mond, und Sonne und Sterne scheinen in 29½ unserer Tage einen Umlauf um dieselbe zu machen. Die Erde zeigt den Seleniten genau dieselben Lichtgestalten, wie uns der Mond, jedoch immer umgekehrt, so daß, wenn wir Neumond haben, sie Vollerde haben, wenn wir den Mond im letzten Viertel sehen, sie uns im ersten Viertel beleuchtet erblicken, wenn der Mond für uns im ersten Viertel ist, wir für ihn im letzten Viertel sind, und wenn er für uns ganz beleuchtet erscheint, die Seleniten Neuerde haben, d. h. nur die dunkle Seite der Erde sehen. All Dieses gilt aber nur für die uns zugewandte Seite, da man von der entgegengesetzten die Erde nie sehen kann und ihre etwaigen Bewohner daher zu gewissen Zeiten weder Sonnen- noch Erdenlicht genießen. — Obwohl uns der Mond immer die gleiche Seite zukehrt, so bekommen wir doch wegen der Libration desselben Theile der entgegengesetzten zu sehen. — Schon bei schwachen Vergrößerungen erscheinen die hellen und dunkeln Flecken des Mondes als Berge, Thäler und Ebenen. Die erstern werfen desto längere Schatten, je kürzer die Sonne über sie aufgegangen ist und je tiefer sie daher für sie steht. Daher ist der Vollmond die ungünstigste Zeit, die Struktur der Mondoberfläche kennen zu lernen, weil dann für die Mitte der ganzen Scheibe die Sonne im Mittag steht, die Berge keinen Schatten werfen, und nichts so markirt hervortritt, wie es in den Tagen kurz vor und nach dem Neumond der Fall ist. — Das Licht des Vollmondes ist nach Bouguer's Messungen etwa 300,000mal schwächer, als jenes der Sonne; nach Versuchen des Grafen von Maistre dringen die Mondstrahlen etwa 40 Fuß in's Meer ein. (l'Institut, 1835, pag. 176.)

Die höchsten, meistens in der südlichen Halbkugel liegenden Berge auf dem M. erreichen nach Schröter eine absolute Höhe

von mehr als 25,000′; so Dörfel 25,000′, Leibnitz 25,200′, und verhalten sich daher zum Halbmesser des M. = 1 : 214, während die höchsten Spitzen des Himalayah zum Halbmesser der Erde nur im Verhältnisse = 1 : 812 stehen. Die Krater Helikon und Bernoulli erreichen die erstaunliche Tiefe von 13,000′ und 18,000′ bei 4 und 3½ Meilen Durchmesser. (Die Höhe der Mondberge mißt man theils nach der Länge ihres Schattens, theils nach der Entfernung von der Lichtgränze; die am Rande stehenden unmittelbar mittelst des Mikrometers, indem man ihre Erhebung über den Rand mit der bekannten Größe des Mondhalbmessers vergleicht.) — Da die Mondmasse kaum 1/70 der Erdmasse beträgt und die Körper auf ihm in der ersten Sekunde nur 2′/3 fallen, seine Schwerkraft also mehr als 5mal geringer als jene der Erde ist, so können vulkanische wie plutonische Kräfte allerdings eben so vielmal größere Wirkungen hervorbringen, woraus, wenigstens nach der Erhebungstheorie, die Höhe der Mondgebirge begreiflich würde. Man unterscheidet von diesen dreierlei Formen: **Kettengebirge**, denen der Erde ähnlich, **Ringgebirge**, die Manche wohl mit Unrecht unsern Vulkanen vergleichen und **Kegelberge**. Erstere laufen meistens von sehr hohen Bergrücken strahlenförmig nach verschiedenen Seiten und in bedeutende Ferne aus: so z. B. vom Kopernikus 4 große und mehrere kleine Streifen nach Norden. Manchmal beginnen Kettengebirge von einem Ringgebirge, oder durchsetzen ein solches, oder endigen wieder in einem. Mehrere dieser Ketten haben die außerordentliche Länge von 60 — 90 Meilen, bei nur 1, ja nur ½ oder ⅓ Meile Breite. Gruithuisen sah Gegenstände, die nach seinem Ausdruck gerade so aussehen, wie unsere chinesische Mauer sich ausnehmen würde, vom Monde aus mit starken Fernröhren beobachtet. (Neue Anal. 4tes und 6tes Heft, S. 133.) Ohne Zweifel sind dieses solche lange und schmale Bergzüge, von welchen die Erde nichts Aehnliches darbietet. — Die Ringgebirge sind kreisförmige, mehr oder minder regelmäßige Wälle, welche eine gewölbte kreisförmige Fläche (Centralgewölbe) einschließen, die sich in der Mitte am meisten, oft in einen oder mehrere isolirte Kegelberge erhebt. Manchmal ist ein größerer oder geringerer Theil des Walles zerstört; oft nur ein Segment von ihm übrig. Ringgebirge kommen zu vielen Tausenden über die ganze Mondoberfläche zerstreut oder in Meridianreihen gruppirt vor; von 30 Meilen (so daß die von ihnen umschlossenen Räume oft mehrere hundert □M. groß sind) herab bis 100′ Durchmesser, von 18,000′ bis nur 15′ Erhebung über ihre Becken, und geben dem Monde ein eigenthümliches, sehr von dem unserer Erde abweichendes Ansehen. Merkwürdig genug sind oft sehr tiefe Krater **ohne** Ringgebirge. — Während Viele diese Ringgebirge

16

für erloschene Vulkane halten, glauben Beer und Mädler, sie seien Wirkungen bloßer Gasausbrüche. (Amtl. Bericht ü. d. Vers. d. Naturf. zu Jena 1836, S. 48.) Gruithuisen nimmt nach der, im 5ten Hauptstück zu entwickelnden Aggregationstheorie an, daß sie durch in den Mond einschlagende Meteorkugeln gebildet seien, welche wegen ihrer Erhitzung und Erweichung einen Ring als Wallgebirge abstreiften, während oft noch ein Segment der versunkenen Kugel als Centralgewölbe sichtbar ist. Meistens ist die Masse dieser Ringgebirge so groß, daß sie ungefähr das entsprechende Becken ausfüllen würde, wie Schröter durch Versuche mit Modellen bewiesen hat. Lavaströme sind auf dem Monde nirgends sichtbar, wohl aber zeigen sehr gute Fernröhre Stratifikationen. Die oben angeführten Kegelberge, oder einzelnen Bergkegel sind in manchen Gegenden sehr zahlreich und erheben sich schroff aus Ebenen. — Hin und wieder sieht man Vertiefungen, Furchen, welche sehr schmal, oft ziemlich gerade, manchmal viele Meilen lang sind, häufig an einem Ringgebirge beginnen, an einem andern enden, manchmal mitten durch kleinere Krater hinlaufen, oder auch (früher als sie gebildete) Gebirgsketten durchbrechen und auf der andern Seite in gleicher Richtung fortsetzen. Vielleicht sind sie den Spalten der Erdrinde vergleichbar, worauf, wie man annimmt, unsere Vulkane stehen; manche dürften indeß doch Rinnsale ehemaliger Flüsse sein. — Die großen, dunkeln Flecken des Mondes wurden früher für Meere gehalten, haben noch jetzt die ihnen als solchen gegebenen Namen, sind aber trockene Ebenen. — Die scharf abgeschnittene Lichtgränze, der unmittelbare Uebergang des hellsten Lichtes in das tiefste Dunkel, die plötzliche Bedeckung der hinter den Mondrand tretenden Fixsterne deuten auf eine sehr dünne Atmosphäre des Mondes. Doch will Schröter eine äusserst schwache Dämmerung an den Hörnerspitzen des Neumondes beobachtet haben und bestimmt hiernach die wahrscheinliche Höhe der sicher sehr dünnen Mondluft zu 1400′, allerhöchstens zu 7878′. Der fast gänzliche Mangel eines Luftkreises würde auch den des Wassers nach sich ziehen, welches auf dem M. in größern Massen ganz sicher fehlt: denn die sogenannten Meere zeigen bei starker Vergrößerung immer Hügel, Thäler, Einsenkungen u. s. w. Der jüngere Herschel hat jedoch mit den vorzüglichsten Teleskopen vollkommen ebene Stellen gesehen, die er für Alluvialbildungen hält. Gruithuisen behauptet, daß der Mond auf seiner Oberfläche sehr viel aufgeschwemmte Landflächen habe, die man als solche mit guten Fernröhren erkenne. Die ältesten Gebirge seien sämmtlich von der Spitze bis zum Fuß durch Verwitterung abgenagt. In allen Gegenden fänden sich Ringwälle, welche mehr oder weniger deutlich, größere Verwitterungsspuren

tragen, als die neuern in sie hinein gebildeten; ja manche Ringgebirge seien durch Verwitterung beinahe aufgezehrt: so der Newton, der Süden des Plato und viele andere vorzüglich in den sogenannten Meeren. Der vom Newton noch übrig gebliebene Pik sei 9000 Fuß hoch, in welcher Höhe die so dünne Mondatmosphäre keine Wolken mehr zu tragen, also atmosphärisches Wasser keine Verwitterung mehr zu bewirken vermöge. Das ehemalige Meer des Mondes dürfe 30,000 F. hoch gewesen sein. (Neue Anal. 2ten Bdes 1tes Hft. S. 35). Am 23. März 1836 sah G., als die Lichtgrenze mitten über die Ringgebirge des Eudoxus und Aristoteles ging, über der schon Tag habenden westlichen Hälfte beider Gebirge, und weit umher unzählige kleine Gegenstände, die er für Bergköpfe hielt; am 6. und 22. Mai bei gleicher Beleuchtung nichts von ihnen. Am 8. Februar und 3. Sept. 1821 hatte er zwar auch jene Gegend mit solchen Gebilden besäet gesehen, aber nicht die obersten Ränder der Gebirge. Diese Gegenstände könnten also nur Wolken gewesen sein. (Allg. Ztg. vom 29. Juni 1836. Außerordentl. Beil. S. 1187.) Von Spuren des Wassers spricht G. an mehreren Orten. So in den neuen Anal. 3tes Hft., S. 67., wo er auch gegen Elie de Beaumont behauptet, daß man Flußbetten auf dem Monde entdeckt habe. Schon Schröter habe das Hauptflußbett beim Hyginus entdeckt, und er, G., die 3 Flußarme dazu gefunden. Auch sei es ihm gelungen, zwischen dem Hyginus und Hipparchus ein Flußbett mit 7 Armen zu finden, von welchem einzelne Theile oft atmosphärisch bedeckt waren. Der Mond habe ihm und Schröter oft Wolken gezeigt, also müsse er auch Wasser haben. Schröters Wargentin beim Schickard habe er, G., bald abgestrichen, bald nur halb voll Nebel gesehen, der sich zuweilen zu Wolken ausbildete; vielleicht habe Wargentin in seinem Kessel Wasser. Die feinen 5 Circellchen im Plato sähen aus, als ob sie unter Wasser stünden. Das Zerfressensein der ältesten und höchsten Mondberge bis an ihre Gipfel bezeuge, daß der Mond einst ganz in Wasser gehüllt war, da er in solche Höhe keine verwitternden Meteore hat. Die hellern Stellen, welche Schröter und Gruithuisen in der Ringfläche des Plato sahen, hält Letzterer für Nebel, welche bei höherem Stande der Sonne zuweilen verschwinden. Dann sah G. öfters 3 — 5 äußerst feine Circellchen auf jener Fläche, die er für Seen hielt. Im Südwesten vom Schickard, im Billy, Boscovich, Archimedes, Firmikus u. m. a. zeigen sich ähnliche Verhältnisse. (Anal. f. Erd- und Himmelsk. Hft. 2. S. 39.) Veränderungen im Ansehen mancher Gegenden und Berge, welche sich kaum anders, als durch atmosphärische Bedeckungen erklären lassen, hat außer Gruithuisen schon Schröter beobachtet: beide sahen

manchmal nebelartige Umhüllungen im Grunde tiefer Krater. Auch sah man bei totalen Sonnen- und Mondfinsternissen um den Mond ein aschfarbenes Licht, einen hellen Ring, eine Flammenröthe, was gleichfalls auf eine Atmosphäre deutet. — Hingegen bemerkt Gruithuisen auch, daß es merkwürdiger Weise Gebilde auf der Mondfläche gebe, die bei allen Stellungen der Sonne durchaus ihre Gestalt nicht ändern. So sehr veränderlichen Glanz und Umfang der Mondberg de la Hire zu Schröters Zeit zeigte, und unter mancherlei Gestalten erschien, so konstant sei er jetzt (1832) in allen diesen Dingen unter allen Librations- und Erleuchtungsumständen: aber er habe jetzt nicht mehr die scheinbare Größe wie ehemals, und in der Mitte eine überaus augenfällige, dreieckige Höhlung, die Schröter an ihm gar nie sah. Schröter schrieb den größten Theil seiner Veränderungen atmosphärischen Ereignissen zu; jetzt müßen diese sich also nicht mehr wiederholen. Auf gleiche Weise sehe Gruithuisen unter allen Stellungen der Sonne gegen das von ihm entdeckte sensenähnliche Wallgebilde im Süden des Pikard, oder gegen das im Mondflecken Grimaldi befindliche, an den Enden mit kuppelähnlichen Erhöhungen gezierte Wallwerk, diese Gebilde immer wieder in derselben Gestalt, wie sie von ihm zum erstenmal gesehen wurde. (Bode's astronom. Jahrb. für 1820. Tab. I. F. 2.) Andere Mondberge zeichneten sich im Gegentheile täglich durch andere Gestalt aus, so der seit Schröters Zeit total veränderte Berg, (Selenot. Fragm. tab. 21, 23, 40 c) welchen Schröter auch scheinbar veränderlich fand. — Ein großer Theil dieser Veränderungen ist nach Schröter und Gruithuisen atmosphärisch. Eine reguläre Gestalt bleibt auch bei veränderter Libration oder Beleuchtung gleich ꝛc. (Neue Analekt. 2tes Hft. S. 7. ff.) — Der neu entstandene Krater, welchen Schröter beim Flecken Hevel sah, der vom selben oft beobachtete längliche Berg im Mare Crisium, welcher plötzlich rund mit einem ¾ Meilen breiten Krater, nach einem Monat jedoch wieder länglich ohne Krater erschien, lassen sich vielleicht auch auf atmosphärische Ursachen zurückführen. — Schon ein oberflächlicher Anblick des Mondes zeigt die Spuren außerordentlicher Zerstörungen und Umwälzungen, mögen diese nun erfolgt sein durch Einsturz zahlreicher Meteorkugeln, oder nach Schröter u. A. durch von innen heraus wirkende Kräfte, welche allgemeine Turgescenz und an vielen Stellen Eruptionen, hiedurch Schmelzungen und Verglasungen hervorbrachten, und spiegelnde Flächen (so vielleicht in dem durch seinen besondern Glanz bekannten Aristarch) bildeten. Lichterscheinungen, welche Manche auf Vulkanität bezogen, wurden im M. öfter beobachtet. So sahen Halley und W. Herschel Blitze; Letzterer in der Nachtseite einst einen hellleuchtenden

Punkt. Ein von Bianchini im Plato gesehenes, vorübergehendes Licht erklärt dieser durch Sonnenstrahlen, die durch ein Loch des Wallgebirges einfielen. Auch gewahrte man einigemale Lichtsprudel, wandelnde Lichter u. s. w. Gruithuisen beobachtete Lichterscheinungen, welche er für ein Aequatorial- und Polarlicht des Mondes hält. (Neue Anal. 2ten Bds. 2tes Hft. S. 11). — Abgesehen von den oben angeführten atmosphärischen Veränderungen hat Hahn von Remplin auf ein monatliches Farbenspiel in den großen Flächen hingewiesen, welches er durch Vegetation erklärt, die mit der Sonne fortrücke. Auch Schröter äußerte sich mehrmal über Pflanzenwelt und Bewohntheit des Mondes, und hielt „manche Mondgegenden für so fruchtbar, wie die Kampanischen Gefilde." Ueber gewisse Konfigurationen, welche Gruithuisen für Kunstgebilde hält, (unter Anderem eine Stadt von 5 Stunden Länge, mit einem dabei liegenden Fort) vergl. Kastners Arch. Bd. 1 und 10 und Berl. astron. Jahrb. für 1828 und 29.

Der größte graue Flecken im Nordosten des Mondes ist das Mare imbrium. Südlich an selbem liegen die Ringgebirge Kepler und Kopernikus; in seiner südwestlichen Bucht Eratosthenes, im Westen Archimedes, Autolykus, Aristippus, Cassini; im Norden Plato, der Sinus iridis, östlich Aristarch; die südwestliche, beinahe in der Mitte der Mondscheibe liegende Bucht ist der Sinus aestuum. Am östlichen Mondrande liegt der Oceanus procellarum und in ihm das Ringgebirge Galilei; an ihm, fast am Rande Grimaldi, Riccioli, Hevel. In der nordwestlichen Halbkugel liegt das Mare serenitatis; nördlich von ihm die Ringgebirge Kalippus, Eudoxus, Aristoteles; nordwestlich Posidonius; gleichfalls in der nordwestlichen Halbkugel, dem Aequator und Mondrande näher, liegt das kleine ovale Mare crisium; südlich von ihm Kleomedes. Die Maria Tranquillitatis, Nectaris und Foecunditatis bilden eine zusammenhängende Masse in der westlichen Halbkugel, dieß- und jenseits des Aequators; in und an diesen Meeren liegen Plinius, Taruntius, Langren, Petavius, Fracastor, Cathar, Theophilus ꝛc. In der südöstlichen Halbkugel liegt das Mare nubium; an seinem westlichen Rande die Ringgebirge Hipparch, Albategnius, Ptolemäus, Alphons, Arzach, Purbach, Regiomontanus, Walther; in ihm Bullialdus, Guerike, Landsberg. Ostnordöstlich vom Mare nubium liegt das kleine Mare humorum, südlich in ihm Gassendi. In der Nordpolarzone liegen der Sinus roris, das Mare frigoris, die Ringgebirge Harpalus, Pythagoras, Endymion; in der Südpolarzone ungemein zahlreiche Ringgebirge, wie Schikard, Longomontan, Tycho, Maginus, Stöfler, Clavius, Maurolykus ꝛc. und die Kettengebirge Leibnitz und Dörfel.

II. Die 4 Monde des Jupiter. Ihre Bahnen sind gegen die

ihres Planeten nur 2—3° geneigt, weßwegen sie fast in einer gerade durch Jupiters Aequator gehenden Linie stehen. Nach der Tabelle ist der 2te der kleinste, der 3te der größte. Von Jupiter aus erscheinen der 1te 33′, der 2te 17′, der 3te 19′, der 4te 7′ groß. Vom 1ten Monde aus zeigt sich der Hauptplanet unter einem Winkel von $19^{0}/_{75}$, also als 1370mal größere Scheibe als man bei uns, und 37,000mal größere, als man daselbst die Sonne sieht; ein wundervoller Anblick! Man sieht die Monde manchmal als dunkle Flecken vor der Scheibe J's. vorübergehen, und hat auf ihnen dunkle, veränderliche Flecken (durch welche man ihre Rotationszeit bestimmte), und beim 4ten eine periodische Lichtänderung bemerkt. Die häufigen Verfinsterungen der Jupitersmonde durch ihren Planeten, dienten (vorzüglich vor der Vervollkommnung der Tafeln unseres Mondes) zur leichten Bestimmung der geographischen Länge, besonders auf dem Meere. Wegen der eigenthümlichen Verhältnisse der mittlern Längen, und der mittlern siderischen Bewegungen der 3 ersten Monde können sie nie zugleich verfinstert werden: weil, wenn der erste verfinstert wird, die beiden andern ihm gegenüber stehen müssen, und ihrerseits Jupiter verfinstern. Es ist ziemlich ausgemacht, daß auch sie ihrem Planeten immer die eine Seite zuwenden, vielleicht in Folge desselben physischen Grundes, den man bei unserem Monde annimmt. Nach den Tafeln, welche Delambre (nach vorausgegangenen Arbeiten von Bailly, Lagrange, Laplace 2c.) für diese Monde berechnet hat, beträgt ihre Masse $\frac{17}{1000000}$, $\frac{23}{1000000}$, $\frac{28}{1000000}$, $\frac{41}{1000000}$ der Jupitersmasse; ihre Dichtigkeiten verhalten sich zur Dichtigkeit der Erde, diese gleich 10 gesetzt, wie 1, 4, 3, 4. Die Körper fallen auf ihnen in der ersten Sekunde $^{0}/_{8}$, $^{1}/_{6}$, $^{2}/_{0}$ und $^{1}/_{9}$ Fuß. — Man verdankt den Jupitersmonden die Auflösung des wichtigen Problems der Meereslänge, und Bradley fand durch sie die Abirrung und Geschwindigkeit des Lichtes.

III. Die 7 Monde des Saturn's. Die Bahnen der 6 nächsten fallen beinahe mit der Ebene des Ringes zusammen; die des 7ten ist beträchtlich auf jene geneigt. Am leichtesten ist der fernste oder 7te zu sehen, noch ziemlich leicht der 6te; nur durch starke Fernröhre die 3 nächsten; die 2 innersten nur durch die stärksten Fernröhre und bei den günstigsten Verhältnissen. Die über 27° betragende Neigung ihrer Bahnen gegen die Ekliptik S's. ist Ursache, daß sie äußerst selten verfinstert werden. Bei einigen (namentlich beim 7ten) hat man Flecken beobachtet, die auch für sie eine Rotation von West nach Ost beweisen.

IV. Von der physischen Beschaffenheit der 6 Monde des Uranus ist zur Zeit noch nichts bekannt. Bei ihrer außerordentlichen

Entfernung können sie überhaupt nur durch die stärksten Fernröhre gesehen werden. Am leichtesten sind noch der 2te und 4te, die auch von W. Herschel zuerst entdeckten zu sehen, welche auch Schröter beobachtete, während die übrigen außer H. noch Niemand gesehen hat und sie daher noch immer zweifelhaft sind. Sie müssen bedeutende Lichtstärke besitzen und vielleicht größer sein als unser Mond, um überhaupt noch sichtbar zu sein. Da sie sich auf der Bahnebene des Saturns senkrecht bewegen, so müssen sie wie Saturn selbst, abwechselnd eine 42jährige Nacht und einen 42jährigen Tag haben.

IV. Klasse. Kometen.

Literat. Gruithuisen, über die Natur der Kometen, München 1811. — Gelpke, neue Ansichtn über den merkwürdigen Naturbau der K., 4te Ausg. Lpzg. 1834. — Fischer, neue Erfahrungen und Ansichten über die K., Wien 1834. — Osterdinger, über Kometen, besonders über K. mit kurzer Umlaufszeit, Stuttgart 1835. — Arago, Betrachtungen über die Bewegung und Natur der K. nebst ihrer Einwirkung auf unsere Erde, Brünn 1833.

Weltkörper von höchst verschiedener Gestalt, und mehr ätherischer Natur, die sich in großem Volumen und weiter Zerstreuung ihres (vielleicht zum Theil selbst leuchtenden) Stoffes, daher geringer Dichtigkeit ausspricht, — welche sich unter den verschiedensten Neigungen ihrer Bahnebenen, nicht nur von West nach Ost, sondern auch von Ost nach West („verkehrtläufig“) um die Sonne bewegen. Ihre Perihelien fallen zum Theil weit inner die Merkursbahn, zum Theil weit über die Uranusbahn hinaus, und manche mögen in hyberbolischen Bahnen in Gebiete anderer Sonnen treten. Man hielt diese, schon in ihrem Aeußern von den Planeten sehr abweichenden Weltkörper, noch am Ende des Mittelalters für gesetzlos entstehende und vergehende Erscheinungen. Noch bis auf Tycho de Brahe und Kepler glaubte man, die Kometen seien eine Art Meteore, kosmischer Irrwische, die bald hier bald da im Weltraume in der Nähe der Planeten sich durch Zufall plötzlich entzünden und eben so schnell wieder verlöschen. Man hielt es daher nicht der Mühe werth, ihre Bahnen zu berechnen, und hierin liegt der Grund, warum wir über fast alle Kometen, von denen die ältere Zeit erzählt, immer in Ungewißheit bleiben werden.

Bei diesen Weltkörpern herrscht nicht die strenge Regel,

welcher die Planeten unterworfen sind: das Beharren in der dem Kreise nahen Ellipse, und die geringe Neigung der Bahnebenen — wenigstens der ältern Planeten — auf die Ebene des Sonnenäquators. Sie, die freien Söhne des Aethers bewegen sich unter allen möglichen Ebenen, von 0 bis 90° Neigung, von geringerer bis zur erstaunlichsten Exzentrizität, rechtläufig oder verkehrtläufig um die Sonne. Die Kometen spiegeln in unserem Planetensystem gleichsam die unendliche Mannigfaltigkeit der Gebilde des Firsternhimmels ab. Während manche von ihnen nur die Ausdehnung unserer Wolken haben, treten andere bei geringer Masse doch in kolossaler Größe auf, welche die der mächtigsten Planeten vielfach übertrifft.

Die Kometen sind der freie Ausdruck des ätherischen Lebens, die Boten des Universums, welche die Sonnengebiete mit einander verbinden, welche Bewegung und Stoffwechsel im Weltraum unterhalten, und den ruhenden Urgegensatz zwischen Licht und Schwere fortwährend neu aufregen.

Nach den zuverläßigsten Berechnungen beträgt ihre Zahl nur im Systeme unserer Sonne Millionen, so daß sie Lambert, welcher zuerst (in seinen kosmol. Briefen über d. Weltbau) richtige Ideen über die Zahl und Bedeutung der K. aufstellte, für die vorzüglichsten, eigentlichen Bewohner unseres Sonnensystems hielt. Solcher Reichthum ist eben durch die Mannigfaltigkeit ihrer Bahnen möglich geworden. Bei der ungeheuern Exzentrität mancher ist es mehr als wahrscheinlich, daß sie in ihren so weit entfernten Aphelien zu einer andern Sonne größere Anziehungskraft erhalten und in ihr Gebiet übergehen, bis sie in darauf folgenden Aphelien zu einer dritten, vierten Sonne und folgenden in gleiches Verhältniß treten. So wären die Kometen das Band zwischen den Sonnensystemen, welche, sonst nur durch die Schwere in Beziehung auf einander, durch sie es auch in der Erscheinung würden.

Historisch werden nur etwa 500 Kometen erwähnt. Sehr viele werden aber nur durch Fernröhre sichtbar, andere nur in der südlichen Halbkugel, manche kommen nur bei Tage über den Horizont, oder sind nur kurze Zeit, während welcher der Himmel oft verdeckt ist, in ihren Perihelien und in der Nähe der Erde. Bei

der erstaunlichen Mannigfaltigkeit ihrer Bahnneigungen sind die K. nicht mehr in einer Ebene, sondern gleichsam in einer Kugel um die Sonne vertheilt. Von den bis jetzt beobachteten haben nach Littrow 20 ihre Sonnennähen inner der Bahn des Merkurs, 70 inner der Bahn der Venus. Wächst die Zahl nach diesem Verhältnisse, so würden inner die Uranusbahn 51,880 fallen, da sich die Halbmesser der Venus- und Uranusbahn wie 1 zu 28, und deren Quadrate wie 1 zu 784 verhalten. 784 × 70 = 51,880. Nun sind aber die inner der Venusbahn beobachteten 70 sicher nur der kleinste Theil der wirklich in sie fallenden. Gegen diese Berechnung Littrow's wendet Dr. Klee (das Weltsystem u. s. w. Mainz 1836, S. 140) ein, es gebe jenseits des Mars verhältnißmäßig viel weniger Kometen als diesseits, weil das Perihelium der K. der Sonne meistens sehr nahe sei, überhaupt nicht weit davon entfernt sein könne, und gewöhnlich desto näher an die Sonne fällt, je weiter das Aphelium entfernt ist. Die Zahl der Kometen werde daher meistens viel zu groß angegeben. — Man unterscheidet an den meisten Kometen den Kern, die ihn umgebende Nebelhülle und den Schweif. Der **Kern** wurde bei dem von 1798 von Herschel zu 5, von Schröter zu 27 Meilen; bei dem 1805 von H. zu 6, von Sch. zu 30; bei dem von 1807 von H. zu 110, von Sch. zu 1000; bei dem von 1811 von H. zu 550, von Sch. zu 900 Meilen berechnet. Oefters fehlt ein Kern ganz, wo dann der K. nur aus Lichtnebel zu bestehen scheint. Die **Nebelhülle** fehlt hingegen nie, ist kugelförmig, manchmal nach dem Schweife zu offen oder verlängert, und meistens so dünn, daß man durch sie noch Sterne der 6ten Größe schimmern sah. Zwischen Kern und Hülle findet sich noch ein dunklerer beide trennender Raum. Bei manchen Kometen erschien die Hülle zwei- oder dreifach, immer durch dunklere Ringe geschieden. Diese Nebelhüllen (Atmosphären) sind ungemein großen Aenderungen unterworfen; und erweiterten und verengten sich z. B. bei den Kometen von 1799 und 1807 im Laufe eines Tages bis auf den vierten Theil ihres Durchmessers. Der **Schweif** steht meistens auf der von der Sonne abgewendeten Seite, ist gegen die von der Sonne zum Kometen gezogene Linie stark geneigt, und immer nach der Gegend gewendet, welche der Komet so eben verließ. Gegen das Ende des Schweifes nimmt seine Neigung zu; seine konkave Seite ist stets nach der Gegend gekehrt, nach welcher der Komet geht, und heller und besser begrenzt als die konvexe äußere. Manchmal sind mehrere nach derselben Seite gerichtete Schweife vorhanden, so 6 dergleichen bei dem Kometen von 1744, 2 bei dem von 1823, **einer gegen die Sonne gekehrt, der andere von ihr abgewendet.** Im Schweife des K. v. 1811 will Chladni zuckende Verlängerungen

und Verkürzungen beobachtet haben, wo die leuchtende Masse in 1 Sekunde 1 Million Meilen hin und her schoß. Brandes (Art. Komet in Gehlers Wörterb. 5ter Bd. S. 938) erklärt sich gegen Schröter, der dasselbe mit dem strahlenden Schießen des Nordlichts vergleicht, und es durch eine der elektrischen oder galvanischen ähnliche Naturkraft hervorgebracht glaubt, hält es mit Olbers nur für optisch, entstehend durch verschieden schnelles zu uns Gelangen des Lichtes von den verschieden weit entfernten Theilen des Schweifes. — Merkwürdig ist die ungeheuere Größe mancher Schweife. Der des Kometen von 1456 erstreckte sich über 60°, der von 1618 über 100°, der von 1769 über 90°. In den verschiedenen Erscheinungsperioden sind jedoch die Schweife mancher K. großen Veränderungen unterworfen, und alle ändern ihre Gestalt nach den verschiedenen Abständen von der Sonne in derselben Erscheinungsperiode. Bald nach dem Perihelium erscheinen die Schweife am größten, vermuthlich wegen Einwirkung der Sonnenhitze. Begünstigt wird die ungeheuere Ausdehnung der Kometenhüllen und Schweife durch die auf den Kometen so geringe Schwerkraft. Die meisten größern Kometenschweife zeigen einen breiten, dunkeln Mittelstreif, der wahrscheinlich wie der dunkle Streif in einer Lichtflamme dadurch entsteht, daß die Schweife hohle selbstleuchtende Kegel sind, die nothwendig an den Rändern heller erscheinen müssen. — Der dunkle Ring zwischen Kern und Hülle besteht vermuthlich aus eigenthümlicher elastischer Materie. Viele K. mögen wirklich nur Ansammlungen von leuchtendem Aether sein, welche sich nach einiger Zeit wieder auflösen. Littrow glaubt, daß die Sonne gegen die Hüllen mancher K. negativ schwer sei, d. h. sie abstoßen könne, wodurch der Schweif entstehe, während sie gegen den Kern des Kometen positiv schwer ist und ihn daher anzieht.

Unter die merkwürdigsten Kometen gehört der nach dem Tode des Demetrius erschienene, von Seneka erwähnte, welcher so groß wie der Mond war, roth und sehr hell leuchtete. Der 43 v. Chr. in Rom beobachtete war selbst (gleich dem von 1531 n. Chr.) am hellen Tage sichtbar. Der vom Jahre 60 n. Chr. soll die aufgehende Sonne verdunkelt haben. Die durch ihre ungeheuern Schweife denkwürdigen von 1456, 1618, 1769 sind bereits erwähnt. Ihnen schließt sich der von 1680 an. Die wahre Länge des Schweifes der Kometen von 1744, 1769, 1680, 1811 berechnete man auf 7, 10, 20, 22 Millionen Meilen. Der große Komet von 1680 hat nach Enke, eine halbe große Axe von $426_{,774}$ Halbmessern der Erdbahn, und einen Abstand der Brennpunkte von den Scheiteln von $0_{,00615}$ des Halbmessers der Erdbahn oder 128,260 Meilen. Setzt man den Halbmesser der Sonne zu 93,900 M.

so steht der Mittelpunkt des K. im Perihelium nur 34,360 M. von der Sonnenoberfläche ab, im Aphelium hingegen 17,590,000,000 M. Seine Umlaufszeit beträgt 8817 julianische Jahre von 365¼ Tagen. Im Perihelium legt er 73,58 M., im Aphelium nur 12⅛ Pariser Fuß in einer Zeitsekunde zurück. Whiston leitete von ihm die Sündfluth ab, indem er irrig seine Umlaufszeit auf 575 Jahre bestimmte, wornach der K. 2917 v. Chr., dem gewöhnlich angenommenen Jahre der Sündfluth, 1767 v. Chr. dem Jahre der Fluth des Ogyges, 1192 v. Chr. zur Zeit des trojanischen Kriegs, 617 v. Chr. wo Ninive zerstört wurde, 43 v. Chr. dem Todesjahre Cäsars, xc. erschienen wäre, was alles jedoch mit jenem Rechnungsfehler zusammenfällt. Als dieser K. 1680 durch sein Perihelium gieng, mußte er (wäre seine Beschaffenheit der Erde gleich) nach Newton 2000mal stärker erhitzt worden sein, als ein glühendes Eisen. Nach Enke erscheint im Perihelium von seinem Mittelpunkte aus die Sonne unter einem Winkel von 94°, im Aph. nur von 2″. — Der K. von 1718 übertraff endlich sogar Venus an Glanz. Der Kopf des K. von 1811 erschien durch gute Fernröhre schwach grünblau, in der Mitte röthlich. Nach Herschel hatte sein Halbmesser 14,000 d. Meilen. In der Mitte unterschied man einen besonders hellen Punkt. Ein dunkelgrauer, ganz durchsichtiger Ring von 55,000 M. Halbmesser umgab den Kopf. Um diesen Ring legte sich eine hellere Schichte von 15,000 M. Breite (so daß der ganze Kopf 70,000 M. Halbmesser hatte), welche auf der der Sonne entgegengesetzten Seite offen war, und hier in 2 viele Millionen Meilen lange gelbliche Lichtströme auslief, welche das Ganze als einen riesenmäßigen parabolischen Trichter erscheinen ließen. An Volumen übertraff sein Kopf den Jupiter 340, die Erde 510,000 mal. — Man hat noch an keinem Kometen Phasen der Lichtgestalt entdeckt. Dieses und andere Gründe machen es wahrscheinlich, daß die K. in eigenem Lichte leuchten, wie W. Herschel, Schröter und Gruithuisen glauben. Arago's Beobachtungen des Spektrums des Lichtes des K. v. 1819 sind indeß für diesen Streitpunkt nicht entscheidend geworden. Littrow u. A. halten es auch für möglich, daß die obwohl ungeheuern, doch dünnen Massen der K. vom Sonnenlicht ganz durchdrungen werden, so daß es auch ihre innersten Theile reflektiren, und man daher kein Selbstleuchten anzunehmen braucht. Auch ist das Licht, welches die K. reflektiren, im Verhältniß zu dem, was Planeten in denselben Stellungen leisten würden, nur sehr schwach, wenn auch ihre ganze Lichtstärke wegen der großen Ausdehnung ihres Lichtnebels oft sehr bedeutend ist. Jedenfalls sind die Massen der K. sehr dünn. Was die Hüllen und Schweife betrifft, so sind sie so dünn, daß durch sie die kleinsten Sterne gesehen werden, daher wohl nicht dichter als unsere Gase. Ob

auch durch Kerne schon Sterne gesehen wurden, ist zweifelhaft. Für ihre geringe Masse spricht aber die Unfähigkeit der K., bedeutende Störungen in der Bewegung der Planeten und Monde hervorzubringen, während sie selbst auffallende Störungen erleiden. So soll die wahrscheinlich sehr exzentrische Bahn des K. von 1770 bei seinem Vorbeigang vor Jupiter in die viel kleinere von einer 5½jährigen Periode verwandelt worden sein, aber bei einem zweiten Vorbeigang vor demselben Planeten, 1779, wieder die frühere Exzentrizität erhalten haben. Beide Male übte jener K. keinen Einfluß auf die Monde des Jupiter aus, noch weniger auf die Erde, deren Jahr er doch, wenn er nur $\frac{1}{5000}$ der Erdmasse gehabt hätte, um 2 Sekunden hätte verändern müssen. Die Uebereinstimmung der vorausberechneten mit den wirklich beobachteten Orten der Planeten wäre, wie Littrow treffend bemerkt, gar nicht denkbar, wenn Kometen (auf die man hiebei keine Rücksicht nimmt) Störungen zu veranlassen vermöchten. — Die Bestimmung der Elemente der Kometenbahnen (Große Axe, Länge des Periheliums, Exzentrizität, Neigung der Bahn, Knotenlinie, Ort des K. zu einer gegebenen Zeit) ist natürlich um so schwerer zu geben, je kleiner der beobachtete Bogen der Bahnellipse war. Viele K. werden uns nur in der Nähe der Sonne, also nur in einem geringen Theil ihrer weiten Bahnen sichtbar. Daher weichen die Angaben namentlich über die Umlaufszeit um so mehr ab, je größer die Exzentrizität einer Kometenbahn ist. Man sucht daher die Umlaufszeit a posteriori zu bestimmen, d. h. man vergleicht die Elemente eines K. mit den Elementen früher beobachteter, und erkennt ihn, im Fall sie mit solchen übereinstimmen, als schon einmal da gewesen. Man kennt jene bis jetzt nur von Halley's, Olber's, Enke's und Biela's K., welche eine Umlaufszeit von 76, 74, $3_{/20}$ und $6_{/74}$ Jahren haben. — Die meisten K. mögen sich in ihren Aphelien weit, und daher der Beobachtung nicht mehr zugänglich von den Planeten unseres Systems entfernen, oder wohl auch in parabolischen und hyperbolischen Bahnen von einer Sonne zur andern streifen. Letzteres sprach zuerst Cassini aus, und außer Mayer, Lambert, Wurm, trat ihm auch Laplace bei. (Darst. d. Weltsyst. 2 Bd. S. 9 u. 10.) — Der merkwürdige große K. von Halley war der erste, dessen Wiederkunft glücklich vorausgesagt wurde. Seine Umlaufszeit beträgt 75 bis 76 Jahre, die große Axe seiner Bahn ist 18mal größer als jene der Erdbahn, oder 744 Millionen d. M. die kleine Axe 9⅕mal, oder 380 Millionen M. Die Entfernung der Brennpunkte seiner Bahn von den Scheiteln der Ellipse ist also = $0_{/033}$ Theile der großen Halbaxe = 12 Millionen M. Die Länge seines aufsteigenden Knotens beträgt 45°, die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik 72°. Die Länge des Periheliums ist 303°,

die des Aph. 123°. Er ist rückläufig. Inner der Erdbahn verweilt er etwa $2\frac{1}{2}$ Monat, legt in seinem Perihelium in einer Stunde 59,500, in seinem Aph. nur 980 Meilen zurück, und kann der Erde höchstens auf einige Millionen Meilen nahe kommen. Man glaubt, daß es der nämliche sei, welcher in sehr verschiedenen Gestalten 130 v. Chr., 323, 399, 547, 930, 1005, 1080, 1155, 1231, 1305, 1379 n. Chr. alles historisch merkwürdigen Jahren — beobachtet wurde. Die erste konstatirte Erscheinung fällt hingegen in das Jahr 1456, die zweite 1531, die dritte 1607, die vierte 1682, wo ihn Newton und Halley beobachteten, die fünfte 1759, die sechste 1835. Herschel schrieb 1836 vom Kap d. g. H., daß er ihn dort nach seiner Rückkehr von der Sonne, vom 24. Jan. bis 5. Mai, lange und schön beobachtet habe. Sein physisches Ansehen war ganz geändert: er hatte lange Zeit hindurch keinen Schweif. Die parabolische Umhüllung des Kopfes bildete sich unter den Augen H's. so schnell, daß sein sichtbares, deutlich begrenztes Volumen in Zeit von 24 Stunden, vom Morgen des 26. Januar an, sich mehr als verdoppelte. Vergl. über diesen merkwürdigen K.: Littrow, Beiträge zu einer Monographie des H. K., mit Abbild. Wien 1835, und Bessels schönen Aufsatz, „Von den Erscheinungen, welche der H. K. gezeigt hat" in Schuhmachers Jahrb. für 1837. S. 142 ff. — Den nach ihm genannten (kleinen) Kometen entdeckte Olbers am 6. März 1815. Seine Umlaufszeit dauert beinahe 75 Jahre. Seine größte Entfernung von der Sonne ist = $33_{/98}$, seine kleinste = $1_{/22}$ Halbmesser der Erdbahn. Seine halbe große Axe ist = $17_{/6}$, seine Exzentrizität = $0_{/931}$ Halbmesser der Erdbahn, die Neigung seiner Bahn gegen die Ekliptik = 44°, die Länge des aufsteigenden Knotens = 83°, die Länge des Periheliums = 149°. Er ist rechtläufig und kann der Erde nie nahe kommen. Am 9. Febr. 1887 wird er wieder durch sein Perihelium gehen. — Enke's Komet wurde von Pons am 26. Nov. 1818 entdeckt. Enke berechnete zuerst seine Umlaufszeit auf 3 Jahre 115 Tage. Es wieß sich später aus, daß man ihn schon 1786, 1795, 1805 gesehen hatte. Die halbe große Axe seiner Bahn ist = $2_{/2}$, die halbe kleine $1_{/2}$, die Exzentrizität seiner Bahn = $1_{/87}$ Halbmesser der Erdbahn, daher seine größte Entfernung von der Sonne $4_{/07}$, seine kleinste $0_{/33}$ Halbmesser der Erdbahn. Die Neigung seiner Bahn ist = 13°, die Länge des aufsteigenden Knotens = 335°, die Länge des Periheliums = 157°. Er ist rechtläufig, klein, kugelförmig, hat keinen merklichen Schweif, und kann ebenfalls der Erde nie nahe kommen. Nach Enke wird die große Axe seiner Bahn, und also seine Umlaufszeit immer kürzer, indem der Wiederstand des Aethers seine Tangentialkraft vermindert, und die Anziehungskraft der Sonne daher in gleichem Maaße vermehrt wird. Enke's K. ist

schon 1822, 1825, 1828, 1832, 1835 gesehen worden, und wird 1838 gegen den 20. Dez. wieder durch seine Sonnennähe gehen. Wartmann in Genf beobachtete am 28. Novemb. 1828, daß der Enke'sche Komet ganz nahe vor einem Fixstern 8ter Größe (einem Nachbar des 36ten Sterns der XXI. Stunde von Piazzis Katalog) stand, denselben hierauf bedeckte und so verfinsterte, daß er durch die Nebelmaterie nicht beobachtet werden konnte. (Gruithuisens Analekt. 4tes Hft. S. 38). — Biela entdeckte den nach ihm genannten Kometen den 28. Febr. 1826 und berechnete seine Umlaufszeit zu 6 Jahren, 270 Tagen. Seine halbe große Axe beträgt 3,6, seine halbe kleine 2,4, die Exzentrizität seiner Bahn 2,66, also seine größte Entfernung von der Sonne 6,26, seine kleinste 0,94 Halbmesser der Erdbahn. Die Neigung seiner Bahn gegen die Ekliptik ist = 13°, die Länge seines aufsteigenden Knotens = 249°, die seines Periheliums = 108°. Er wurde schon 1772 und 1805 beobachtet, dann im Jahre 1832. Er gleicht einem runden, matt leuchtenden Nebel, dessen Durchmesser Schröter auf 9460 d. Meilen berechnete, mit feinem mittlern Lichtpunkte von kaum 20 Meilen Durchmesser und hat keinen Schweif. Ende Oktober 1838 wird er abermals durch sein Perihelium gehen. Da der absteigende Knoten der Bahn des Biela'schen K., welcher in die Länge von 69° fällt, der Erdbahn sehr nahe liegt, so kann dieser K. einmal der Erde sehr nahe kommen, wenn er zur selben Zeit durch seinen absteigenden Knoten geht, in welcher die Erde in der diesem Knoten nahen Gegend ihrer Bahn sich befindet. Er kann auch möglicher Weise einmal mit Enke's K. zusammentreffen, da die Bahnen beider sich in einem Punkte schneiden. Biela's K. war 1826 der Erdbahn auf etwa 100,000 M., den 29. Okt. 1832 sogar auf 2⅓ Erddurchmesser nahe gekommen. Ein Zusammentreffen desselben mit der Erde selbst wäre erst dann denkbar, wenn er in den letzten Dezembertagen durch seine Sonnennähe geht, was 1933 und 2115 geschehen kann, wenn nicht bis dahin die Störungen, welche er erleiden muß, die ganze Berechnung verändern. Sollte indeß auch eine Begegnung erfolgen, so wäre bei der geringen Masse dieses und überhaupt der allermeisten Kometen eine Veränderung der Erdaxe, und in ihrem Gefolge große Fluthen u. s. w. kaum, oder durchaus nicht denkbar. Die Gefahr hingegen, die für Menschen und Thiere aus einer fremdartigen Einwirkung auf die Atmosphäre und Infizirung derselben mit lebensfeindlichen Potenzen hervorgehen kann, scheint eher begründet und möchte sich kaum wegdisputiren lassen. Ohne Zweifel ist die Erde schon öfter durch Kometenschweife gegangen, die sich zum Theil auf viele Millionen Meilen ausdehnen, und höchst wahrscheinlich entstehen manche große Weltepidemien durch kosmische Einwirkungen dieser Art, die

allerdings unsere gegenwärtigen Instrumente so wenig, als die Imponderabilien unsere Wagen affiziren. Es mag daher erlaubt sein, hierin dem verehrten und verdienten Littrow, welcher Wirkungen solcher Art gänzlich läugnet (die Wunder des Himm., 2te Aufl. S. 444), zu widersprechen. Nach einem bekannten Kriterium werden auch Fälle, wo sich Uebereinstimmung zwischen 2 Relationen zeigt (z. B. Kometen und Pestjahre) keineswegs durch solche aufgehoben, wo keine Korrelation zwischen den gleichen Erscheinungen (z. B. Kometenjahre und keine Epidemie) nachgewiesen ist. — Littrow theilt (l. c. S. 438) 60jährige Beobachtungen mit, aus welchen hervorginge, daß die Kometen keinen Einfluß auf die mittlere Temperatur der Erde äußern. Nach seiner Ansicht, die sich auf die Betrachtung der letzten 2 Jahrhunderte stützt, soll auch keinerlei Einfluß der Kometen auf Trockenheit oder Nässe, Nebel, Gewitter u. a. atmospärische Meteore hervorgehen. Gruithuisen hingegen glaubt, daß die Kometen im Weltraum einen entzündlichen Zustand hervorbringen können, der auch auf unsere Atmosphäre wirke und durch die Sonnenatmosphäre sehr verstärkt werde. Das Zodiakallicht glänze am lebhaftesten, wenn sich große Sonnenflecken fänden. Zodiakallicht und Kometenschweife hätten viel Aehnlichkeit und zeigten gleichen Lichtwechsel in kleinern und größern Perioden.

V. Klasse. Meteorkugeln.

Lit. Benzenberg und Brandes Versuch, die Entfernung, Geschwindigkeit und Bahn der Sternschnuppen zu bestimmen. Hamburg 1808. — Chladni, über Feuermeteore und die mit denselben herabgefallenen Massen, nebst 10 Taf. v. Schreibers. Wien 1819. — Munke, Handb. d. math. und phys. Geogr. nebst Atmosphärologie, S. 524 ff., woselbst eine reiche Literatur angegeben ist. — Gruithuisen, Naturgesch. d. gestirnten Himmels, S. 399. ff. — Olbers, die Sternschnuppen; in Schuhmachers Jahrb. f. 1837. S. 36. ff.

Weltkörper von geringen Dimensionen, in kleinerer oder größerer Menge als Sternschnuppen in den Räumen zwischen den Planeten sich um die Sonne bewegend, welche von den Planeten und namentlich der Erde häufig perturbirt und angezogen, beim Eintritt in deren Atmosphäre in kompaktere Massen reduzirt werden, verbrennen, zerspringen, manchmal als Aerolithen oder Meteoreisenmassen herabstürzen oder auch spurlos verschwinden.

Nach den Erfahrungen der neuesten Zeit muß man den Weltkörpern unseres Systems als eine eigene, an Rang geringste Klasse

jene wunderbaren Meteore beizählen, welche bald nur einzeln, als Feuerkugeln, bald in größerer oder geringerer Zahl, als Sternschnuppen am Himmel erscheinen. Beide sind ohne Zweifel dasselbe und erscheinen nur nach ihrer verschiedenen Entfernung, Dichtigkeit rc. als das Eine oder Andere.

Nach Brandes und Benzenberg gibt es 1) Sternschnuppen der 1sten und 2ten Größe, bei denen eine Kugel unterschieden wird, welche von dem nachfolgenden und nach dem Verschwinden noch einige Zeit leuchtenden Schweife etwas weniges getrennt erscheint. 2) St. der 1sten und 2ten Größe, ohne Kugel, mit einem Schweife, welcher vom äußersten Ende an in kurzer Zeit erlöscht. 3) Kleinere bis zur 6ten Grösse, und teleskopische, welche mit Kometensuchern beobachtet werden. — Die Sternschnuppen werden oft zu Hunderten am Nachthimmel gesehen, haben eine Geschwindigkeit von mehreren Meilen in der Sekunde und eine Höhe über der Erde von 12 bis einigen 100 Meilen. Schröter hat 2 Gruppen von Feuermeteoren beobachtet, welche sogar gegen 1000 Meilen von der Erdoberfläche entfernt waren. Nach Brandes soll die Bewegung der St. meist jener der Erde entgegengesetzt sein. Feuerkugeln werden alle Jahre beobachtet (besonders häufig waren sie im November und December 1836 und Januar 1837). Ihr scheinbarer Durchmesser übertrifft oft den des Mondes; ihr wahrer beträgt wenige bis 6000 Fuß. Sehr große wurden z. B. 1719 in England, 1667 in Italien und Dalmatien, 1758 in Deutschland gesehen. Sehr oft ziehen sie einen feurigen Schweif, sei es nun in Wahrheit oder dem optischen Scheine nach, nach sich, und zerplatzen mit donnerähnlichem Knalle, wobei manchmal Aerolithen herabfallen. So bei der von 1492 bei Ensisheim, wo ein 260 Pfund schwerer Stein fiel; 1803 bei Aigle, in Frankreich, wo gegen 2000 Steine herabstürzten. In den chemisch untersuchten Aerolithen fand man Eisen, Kieselerde, Bittererde, Nickel, Chrom, Schwefel, Kalk, Thonerde, Mangan, selten und in geringer Menge Natron, Wasser, Kohle und Salzsäure — also nur Stoffe, die auch auf der Erde vorkommen, jedoch in den Luftsteinen eigenthümlich komponirt. Da die Meteore nur Weltkörper der niedersten Art sind, so findet sich auf ihnen auch nicht jener Reichthum von Stoffen, wie auf der Erde, sondern gleichsam nur ein Auszug der nothwendigsten, auch auf der Erde häufigsten. Jene Stoffe kommen in sehr verschiedenen Proportionen vor und oft fehlen einer oder mehrere. Auch hält man für aus der Luft gefallen gewisse unter besondern Verhältnissen gefundene Eisenmassen: so die große sibirische, von Pallas beschriebene, 1600 Pf. schwere; die 300 Ztr. wiegende, bei Otumpo gefundene; die 400 Ztr. schwere, von Humboldt bei Durango gesehene; die von

Bougainville am la Plata entdeckte, 1000 Ztr. schwere; die brasilische von 140 Ztr. u. v. a. Herm. v. Meyer ist meines Wissens der Einzige, welcher sich bis jetzt gegen deren aerolithischen und für ihren terrestrischen Ursprung erklärte; (s. seine Tabelle d. Geologie rc. S. 69). Eigentliche Feuerkugeln sollen ferner als gallertartige oder harzige Massen herabgefallen sein. Wo man sich herabgefallener Sternschnuppen bemächtigen konnte, fand man eine gallertartige schleimige Substanz, die oft schnell und vollkommen verdunstete, (so jene, welche Koch am 6. Septemb. 1835 bei Gotha herabfallen sah, s. Poggendorfs Annalen Bd. 36. S. 315), manchmal zu einem kleinen, steinigen Konkrement vertrocknete. Es mag daher Substanzen von gallertartiger, harziger, öliger Natur geben, die unserem Luftkreise angehören, sich in diesem entzünden und wegen der Aehnlichkeit in der äußern Erscheinung auch für Sternschnuppen angesehen werden, welche letztern indeß aus unwiderleglichen Gründen für kosmischen Ursprungs gehalten werden müssen. Vermuthlich gehören zu den Meteorkugeln auch jene sich bewegenden, teleskopischen Punkte, welche Schwabe und Pastorff am Tage beobachteten. Schwabe in Dessau sah sehr oft bei seinen Sonnenbeobachtungen außer dem Rande, troz der Dunkelheit des Sonnenglases, helle Funken in geregelter Bewegung, welche, wenn sie über die Sonnenscheibe gingen, sich als hellgraue Schatten zeigten. (Gruithuis. Anal. für Erd- und Himmelsk. 1stes Hft. S. 58.) Nach einer spätern Nachricht (l. c. Hft. 2. S. 75) besteht Schwabe auf der kosmischen Bedeutung dieser Lichtfunken, welche er und Harding in verschiedenen Jahren vom Juni bis Oktober beobachtet hätten. — Ueber Pastorffs merkwürdige, sich vor der Sonnenscheibe bewegende schwarze Punkte, die er „Asteroiden" nennt, siehe Schuhmachers astron. Nachrichten. Nro. 273. — In der Sitzung der franz. Akademie vom 1. Okt. 1830 theilte Arago ein Schreiben aus Charkow in Rußland mit, in welchem die Entdeckung einer großen Lichtmasse in der Nähe des Jupiter gemeldet wird. Leider scheint über dieselbe nichts Weiteres bekannt geworden zu sein. — Was die Bewegung der Sternschnuppen betrifft, so fallen manche gerade herab, andere bewegen sich horizontal, manchmal schlängelnd; wenige steigen sogar gerade aufwärts, nach Brandes und Olbers in Folge von partiellen Explosionen, die sie nach Raketenart in die Höhe treiben. Olbers bemerkt hiebei treffend (l. c. S. 52), daß Feuerkugeln und Sternschnuppen, die in fast gerader Linie bloß durch unsere Atmosphäre streifen, ohnehin, wenn sie durch ihre Erdnähe gekommen sind, sich wieder von der Oberfläche der Erde entfernen und also aufwärts steigen müssen. — Gruithuisen, welcher (Neue Analekt. 2ten Bdes. 2tes Hft. S. 32 ff.) eine Anleitung zum

Beobachten der meistens ganz unvermuthet erscheinenden Feuerkugeln gibt, deren kosmischen Ursprung er seit Langem vertheidigt, berechnet (Neue Anal. 4tes und 5tes Heft) ihre Geschwindigkeit. Die mittlere Bahnbewegung der Erde ist in 1″ Zeit = $^4/_{1114}$ g. Meilen. Bewegt sich eine Feuerkugel um Mitternacht eben so schnell von O. nach W., so scheint sie die doppelte Geschwindigkeit der Erde zu haben, und bewegt sie sich eben so schnell von W. nach O., so muß sie still zu stehen scheinen; bewegt sie sich scheinbar schnell von W. nach O., so muß sie eine wirklich viel schnellere Bewegung als die Erde haben; kommt sie aber von N. oder S., so gibt es zusammengesetzte Bewegungen. Durch diese einfachen Verhältnisse konnten Benzenberg und Brandes mittelst Beobachtung finden, daß diese Meteore in 1″ 4—8 geogr. Meilen zurücklegen mußten. Feuermeteore, die in der Erdatmosphäre entstanden sind, mußten zuerst mit der Atmosphäre selbst sich fortbewegen, dann alle von W. nach O. auf sie fallen, während die St. doch alle möglichen Fallrichtungen zeigen und die meisten nach Benzenberg sich der Erde entgegen bewegen. Halley schon zeigte, daß die Feuerkugeln bei ihrer großen Geschwindigkeit von 4—8 g. M. in 1″ Zeit nicht in der Atmosphäre entstehen können, weil ihre Fallgeschwindigkeit gegen die Erde immer viel geringer bleiben würde: nach Gruithuisen in der letzten Sekunde höchstens 30067 Par. Fuß betragen könnte.

Bedeutung und Ursprung der Feuermeteore. Sehr viele Physiker halten sie noch immer für Erzeugnisse unserer Atmosphäre, entstanden durch gewaltige Reduktionsprozesse gasförmiger Stoffe in feste Massen; für Auswürfe der Mondvulkane erklärt wenigstens die Sternschnuppen Benzenberg (siehe seine Schrift: Die Sternschnuppen sind Steine aus den Mondvulkanen. Mit 4 Steindrück. Bonn 1834). Zuerst hat Olbers, später erst Laplace die Geschwindigkeit berechnet, welche Körper haben müßten, welche von Mondvulkanen geschleudert, nie wieder auf den Mond zurückfallen, sondern sich von diesem in's Unendliche entfernen oder die Erde erreichen sollen. Ersterer fand, daß wenn ein Körper mit einer vertikalen Geschwindigkeit von 7967 Par. Fuß in einer Sekunde vom Monde in die Höhe geworfen wird, er nie wieder auf ihn zurückfallen, sondern sich in's Unendliche entfernen wird. Um die Erde zu erreichen, reiche unter günstigen Umständen eine Geschwindigkeit von 7780′ hin. Doch hat weder Olbers noch Laplace jemals behauptet, daß die Aerolithen wirklich aus dem Monde kämen, und Ersterer spricht sich entschieden dagegen und für ihren kosmischen Ursprung aus, weil vom Monde ausgeworfene Massen auf der Erde nur mit einer relativen Geschwindigkeit von 35,000′ in der Sekunde ankommen könnten, während jene Meteore mit einer relativen Geschwindigkeit von 4—8 Meilen in

unsern Luftkreis kommen (l. c. S 53, 54). Nach Olbers sind also die von außen mit planetarischer Geschwindigkeit in unserer Atmosphäre ankommenden Sternschnuppen kleine Massen, die nach den Gesetzen der allgemeinen Schwere in Kegelschnitten, und höchst wahrscheinlich in Ellipsen um die Sonne kreisen, bis sie in die Atmosphäre eines Planeten gerathen, sich darin entzünden und entweder ganz darin verzehren, oder unter dieser oder jener Form herunterfallen, oder auch nach durchstreifter Atmosphäre, diese, wieder verlöschend verlassen, und dann ihre weite, freilich bei ihrem Durchgange durch den erlittenen Widerstand und die starke Anziehung des Planeten mehr oder weniger geänderte Bahn um die Sonne zu beschreiben fortfahren. — Chladni, Humphry Davy, Munke haben sich schon seit Langem, wie schon früher Halley, Wallis, Pringle, Rittenhouse, Maskelyne ebenfalls für den kosmischen Ursprung ausgesprochen. Wir theilen nun die erwähnten neuesten Erfahrungen mit, welche einen Zweifel hieran kaum noch gestatten.

Oeffentliche Blätter meldeten, daß man in der Nacht vom 12. — 13. November 1832 in einem großen Theile von Europa eine Menge Feuerkugeln und Sternschnuppen bemerkt habe, welche strahlten und besonders gegen Morgen in großer Zahl umherzogen. Addison beobachtete diese Meteore in der Nacht vom 12. — 13. Nov. 1832 von den Hügeln von Malvern über 1 Stunde. Custodis, der Schreiber des Prof. Benzenberg, zählte von 4 — 7 Uhr Morgens 267, worunter 30 — 40 große. (Gruith. Neue Analekt. 3tes Hft. S. 85.) Sie wurden sonst in den verschiedensten Ländern Europa's beobachtet, sehr deutlich in der Schweiz. Alle ohne Ausnahme bewegten sich von Osten nach Westen (Maltens Weltkunde 1833, 5ter Thl. S. 91 — 99). Al. v. Humboldt berichtete damals, daß er mit Bonpland 1799 zu Cumana gleichfalls ein ungeheueres Sternenschießen in der gleichen Nacht gesehen habe. (Vergl. Reise nach den Aequinoktialgeg. Amerika's. Buch 4, Kap. 10.) Dasselbe wurde auch in Nordamerika beobachtet und von A. Ellicot damals in amerikanischen Blättern beschrieben. Zugleich wurde dasselbe in Südamerika und Deutschland wahrgenommen. 1833 in der Nacht vom 12. — 13. Nov. ward dasselbe wieder in Amerika erblickt. Das Umherfahren der Sternschnuppen in unermeßlicher Zahl, von allerlei Farbe, Größe, Gestalt und Richtung dauerte von Abends 9 bis Morgens 8 Uhr. Prof. Olmstet in Newhaven berichtete hierüber. Arago berechnete die Zahl der in dieser Nacht erschienenen Sternschnuppen auf 240,000. 1834 wurden an mehreren Orten Deutschlands vom 11. — 15. Nov. fruchtlose Beobachtungen angestellt. Olmstet aber meldete aus Amerika, daß in der bestimmten Nacht vom 12. — 13. Nov. 4 Minuten nach 1 Uhr eine Feuerkugel von ungewöhnlichem Glanze erschienen sei.

Darauf wären bis Tagesanbruch mehrere Tausend Sternschnuppen zum Vorschein gekommen, alle gleichsam von einem Punkte her, im Sternbild des Löwen. Arago sprach hierüber in der franz. Akad. den 30. Nov. 1835. Kap. Bernard schreibe ihm, daß er in der Nacht vom 12. — 13. Nov. an der spanischen Küste ungemein viele Sternschnuppen beobachtet habe. Ein Herr Millet d'Aubenton berichtete der Akademie, daß er den 13. Nov. Abends im Bezirk von Belley (Ain) ein fernes Feuermeteor gesehen habe, welches in der Gemeinde von Belmont über Strohdächern platzte und diese in Brand steckte. Millet habe 2 Fragmente gefunden, die Schmelzung und alle Charaktere von Aerolithen zeigten. Arago glaubt, daß Milliarden dunkler Körper im Raume schweben, und ein Schwarm von ihnen alljährlich in ihrer periodischen Umwälzung die Erdbahn schneide, nahe beim Punkt in der Ekliptik, wo sich die Erde gegen den 11. — 13. Nov. befindet, also im 19 — 22° des Stiers, und daß sie in unsern Luftkreis eintretend im Augenblick ihrer Entzündung sichtbar werden. Sie vollendeten ihren Sonnenumlauf erst in mehreren Jahren, so daß man 1832, 33, 34 immer andere von ihnen gesehen hätte, undseien sehr ungleich im Weltraum vertheilt. Nach einer Mittheilung Herschels an Arago, die Letzterer in der Sitzung der französischen Akademie vom 14. März 1836 las, hat Ersterer auch am Kap in der Nacht vom 13.—14. Nov. 1835 leuchtende Meteore und Sternschnuppen beobachtet. — Olbers bezeichnet als besonders bemerkenswerth die Gegend, welche die Erde am 10. und 11. August einnimmt, an welchen Tagen Brandes 1823 eine außerordentliche Menge von Sternschnuppen sah. Dieß war auch, wie wir beifügen, am 6. Dec. 1798 der Fall. (Vergl. über die Nacht vom 13. Nov. auch Poggendorfs Annal. Bd 29. S. 447. Bd. 31. S. 159. Bd. 33. S. 189.) 1836 wurden in der Nacht vom 13. — 14. Nov. (beide vorhergehende waren trübe) zu Paris zahlreiche, zum Theil das Sternbild des Löwen durchsetzende Sternschnuppen beobachtet, von denen mehrere heller als die Planeten glänzten; ferner in Breslau in der Nacht vom 11.—12. und 13.—14. (die Nacht vom 12.—13. war trübe); in Frankfurt a. M. in der Nacht vom 12. — 13, 13. — 14., 14. — 15. meistens vom γ im Löwen ihren Ursprung nehmend. Nach dem franz. National vom 22. Nov. sah man den 13. Nov. Abends in Mezel ein kugelförmiges, die ganze Umgebung erleuchtendes Meteor von Vollmondsgröße von Nordost nach Südwest ziehen, welches über dem Coteau von Croix Morand zu fallen schien und dort länger als 2 Stunden Licht ausstrahlte.

Nach allen diesen Beobachtungen ist nun die kosmische Bedeutung der Sternschnuppen und Feuerkugeln wohl als begründet anzusehen. Wir müssen noch bemerken, daß Arago's und Olbers's Ansicht,

daß dieselben sich erst in unserem Luftkreis entzündeten, schwer zu erweisen ist. Wir sehen sie schon in Entfernungen von mehreren 100 Meilen leuchtend, bis wohin man unsere Atmosphäre, wenigstens im engern Sinn, nicht annehmen kann. Es scheint vielmehr, daß dieselben, im Luftkreise angekommen, Prozesse eigenthümlicher Art eingehen, an Wärme und hiemit an Umfang außerordentlich verlieren und sonach zu kleinern außen oxydirten Massen zusammensintern. Hieraus erklärt sich, warum Meteore, die vor dem Herabstürzen mehrere 100′ im Durchmesser haben, nach demselben nur wenige Pfund schwere Meteorsteine, gleichsam als ihre verbrannten, zusammen geschrumpften Leichname darstellen. Nach v. Hoff haben die herabgestürzten Massen manchmal nur ein $\frac{1}{100000}$ des Volumens der Meteore selbst. v. Hoff nimmt an, daß die in unsere Atmosphäre gerathenen Sternschnuppenmassen darin noch erst einen besondern chemischen Prozeß erleiden und veranlassen, der erst das völlig ausbildet, was als Meteorstein herabfällt; ein Prozeß, der wie Olbers bemerkt, nicht blos in Entzündung bestehen kann. — In Bezug auf den Ursprung der Aerolithen äußerte schon früher Wildt, daß sie die Trümmer einer zerstörten Welt seien, deren größte Ueberreste die kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter darstellten. Man könnte indeß, wie wir glauben, auch vermuthen, daß sie aus dem nach der Formation der Planeten, und Monde im Sonnensystem übrig gebliebenen gröbern oder feinern Bildungsstoffe entstanden seien oder noch entständen, und daß noch lange Zeiten vergehen können, bis sie sich sämmtlich mit den höhern Weltkörpern vereinigt haben.

Wir bemerken noch, daß Dr. Ph. Joannis in einer so eben erschienenen Schrift: „Untersuchungen von den Stein- und Staubniederschlägen ꝛc. München 1836“ der Hauptsache nach auf's Neue wieder zu beweisen sucht, daß die Aerolithenfälle u. s. w. ihren Ursprung den durch Zersetzung aus der Erdmasse entweichenden und in die höhern Luftregionen emporsteigenden gasartigen Elementen der Mineralien verdanken. Die Gründe, welche der Verfasser gegen die kosmische Ansicht vorbringt, scheinen nicht gewichtig genug und größtentheils negativer Art, so wie sich nach seiner Ansicht eben die Hauptumstände, nämlich die planetarisch schnelle Bewegung der Meteore und ihre zum Theil so große Entfernung von der Erde nicht erklären lassen, und auch nur sehr flüchtig über die angeführten entscheidenden Beobachtungen der neuesten Zeit weggegangen wird.

* * *

Einige Erläuterungen zum II. und III. Hauptstück.

Dem Plane gegenwärtigen Werkes gemäß, nur die Resultate der Forschung und deren Verbindung mitzutheilen, die Verfah-

rungsweisen zu ihrer Gewinnung aber als bekannt vorauszusetzen, sollten eigentlich alle bloß theoretischen Erörterungen vermieden werden. Weil jedoch manchen Lesern die Hauptsätze aus der theorischen Astronomie, welche zum Verständniß des 2ten und 3ten Hauptstücks nöthig sind, vielleicht unbekannt oder nicht vollkommen gegenwärtig sind, so folgen hiemit in möglichster Kürze einige der nöthigsten Erläuterungen.

Bekanntlich bewegt sich die Erde, deren sphäroidische Gestalt aus der Ansicht ferner Gegenstände, Reisen im gleichen Meridian nach Nord oder Süd, Reisen um sie selbst, Schatten bei Mondsfinsternissen, und der Gestalt anderer Weltkörper bewiesen ist, in einer elliptischen Bahn um den Centralkörper unseres Systems, und zugleich um ihre eigene Axe. Aus der letztern oder täglichen Bewegung folgt, daß sich der ganze Himmel mit allen Gestirnen täglich einmal von Ost nach West um die Erde zu bewegen scheint: indem die Sterne, gleich der Sonne, über den östlichen Horizont heraufkommen, nach und nach den Scheitelpunkt oder das Zenith erreichen (dem das unsichtbare Nadir oder der Fußpunkt um 180° entgegengesetzt ist) sonach kulminiren, hierauf zum westlichen Horizont hinabsinken und endlich unter selbem verschwinden. Daß aber nicht der Himmel mit seinen Myriaden von Sonnen sich um die kleine Erde bewegt, sondern diese um sich selbst, wird entschieden 1) durch Fallversuche; schwere von hohen Punkten niederfallende Körper fallen nicht ganz senkrecht, wie es bei einer ruhenden Erde geschehen müßte, sondern erhalten eine kleine östliche Abweichung, wie sie bei einer von W. nach O. sich bewegenden Erde erfolgen muß; 2) durch die unter dem Aequator größere Schwung- oder Centrifugalkraft, wodurch die Schwere daselbst vermindert wird, die Körper also weniger wiegen und die Pendel der Uhren verkürzt werden müssen, wenn sie nicht zurückbleiben sollen; 3) aus der Abplattung der Erde an den Polen, welche (ihrerseits durch die Gradmessungen bewiesen) aus der Umdrehung einer ehemals flüssigen Masse um ihre Axe nothwendig folgt; 4) durch die beständigen Ostwinde der Aequatorialzone, so wie die Bewegung des Oceans daselbst von Ost nach West, weil Meer und Atmosphäre als flüssige Massen, der sich drehenden Erde nicht schnell genug zu folgen vermögen, daher stets etwas zurückbleiben, und hiedurch sich in einer der Rotation entgegengesetzten Richtung zu bewegen scheinen; 5) durch die sichtbare Axendrehung anderer Himmelskörper. — Aus der Bewegung der Erde um die Sonne bei bestimmter Neigung ihrer Axe entsteht wieder der Schein, als verändere die Sonne ihren Ort unter den Sternen des Himmels jeden Tag, indem sie von West nach Ost fortrücke, bis sie endlich, wie man aus dem Ein-

und Austritt gewisser Sterne aus den Sonnenstrahlen schließt, nach einem Jahre bei denselben Fixsternen wieder angekommen ist, und sonach einen ganzen Umlauf um die Erde gemacht zu haben scheint. Wäre diese scheinbare Sonnenbahn dem Aequator parallel, so müßte die Sonne für irgend einen Ort immer am gleichen Punkte des Himmels auf- oder untergehen, und Tag und Nacht müßten stets gleich lang sein. So aber befindet sich die Sonne nur an den 2 Tagen der Nachtgleichen im Aequator, und man nennt die beiden einander entgegengesetzten Punkte, welche sie dann einnimmt, die Nachtgleichenpunkte, Aequinoktien, und zwar den einen, in welchem sie sich am 21. März befindet, den Frühlingspunkt, den andern, welchen sie am 2. September einnimmt, den Herbstpunkt. Zwei andere, vom Aequator um 90° entfernte Punkte heißen Solstitial- oder Wendepunkte; der höchste, in welchem die Sonne am 21. Juni steht, ist der Sommerwendepunkt, das Sommersolstitium, der tiefste, in welchem sie sich am 21. Dec. befindet, der Winterwendepunkt, das Wintersolstitium. Die Sonne scheint also einen größten Kreis am Himmel zu beschreiben, den man die Ekliptik nennt und der zum Aequator unter einem Winkel von 23° geneigt ist. Durch die Größe dieses Winkels sind für die Erde (und für jeden andern Planeten) die Jahreszeiten bedingt. Bewegte sich die Sonne im Aequator, so würden keine Jahreszeiten eintreten, sondern die Aequatorialgegenden würden einen ewigen, drückend heißen Sommer, die gemäßigten nie mehr als Frühlingswärme, die kalten Zonen ewigen Winter haben. — Alle genannten Erscheinungen, welche aus der scheinbaren jährlichen Bewegung der Sonne entstehen, erklären sich nun eben so leicht, wenn man annimmt, daß nicht die Sonne unter den Sternen des Himmels vorrückend um die Erde, sondern diese mit einer bestimmten Neigung ihrer Axe sich um jene bewege. Da die übrigen zum Theil viel größern Planeten sich gleichfalls um die Sonne bewegen, so ist es schon an sich selbst viel wahrscheinlicher, daß die Sonne, welche beinahe anderthalb Millionenmal größer als die Erde ist, der Centralkörper des ganzen Systems sei. Außerdem folgt aber aus der Rotation der Erde selbst eine Fortbewegung derselben im Raume. Die Ekliptik ist also nur die Bahn, welche die Erde selbst um die Sonne zurücklegt. —

Die Kugelgestalt der Erde ist Ursache, daß wir den Himmel selbst als eine Hohlkugel zu sehen glauben, und diese auf dieselbe Weise eintheilen, wie die Erdkugel. Indem wir uns die Pole der Erdkugel verlängert denken, erhalten wir die Pole der Himmelskugel; der Aequator und die Parallelkreise der Erdkugel erweitert gedacht, geben den Aequator und die Parallelkreise der scheinbaren

Himmelskugel. Zonen heißen Streifen auf der Oberfläche der Erde, die von den Polar- und Wendekreisen eingeschlossen werden. Die Wendekreise stehen vom Aequator um 23° 28′, oder die Schiefe der Ekliptik ab, und schließen die heiße Zone ein; Polarkreise sind jene Kreise, welche vom Aequator 66° 32′, also vom Pol des Aequators 23° 28′ entfernt sind. Zwischen ihnen und den Polen liegen die beiden kalten Zonen; zwischen den Wende- und Polarkreisen die beiden gemäßigten.

Polarstern ist derjenige große Stern, welcher dem Nordpol der Himmelskugel zunächst steht; die den Pol zunächst umgebenden Sterne heißen Cirkumpolarsterne, und die des Nordpols gehen für uns weder auf noch unter. Abweichung oder Deklination eines Gestirns ist sein senkrechter oder kürzester Abstand vom Aequator, und ist nördlich oder südlich, je nachdem der Stern unter oder über dem Aequator ist. Deklinationskreis oder Stundenkreis heißt jener größte Theil des Himmels, welcher durch den Stern und den Pol geht, und daher senkrecht auf dem Aequator steht. Poldistanz ist die Entfernung eines Sterns vom Nordpole des Aequators, im Deklinationskreise des Sterns gemessen, und also für Sterne ober dem Aequator gleich 90° weniger, für Sterne unter dem Aequator gleich 90° mehr der Deklination. Gerade Aufsteigung oder Rektaszension eines Sterns nennt man die Entfernung des Deklinationskreises desselben vom Frühlingspunkte von West gegen Ost in der Aequatorebene bis 360° gezählt: also die östliche Entfernung desselben vom Aequator gezählt. Coluren sind die beiden Deklinationskreise, von welchen der eine durch die Aequinoktien geht, während der andere auf dem ersten senkrecht steht. Der erste heißt daher Colur der Nachtgleichen, der andere Colur der Solstitien. Höhenkreis (Vertikal- oder Scheitelkreis) ist jener größte Kreis, welcher durch den Stern, senkrecht auf den Horizont des Beobachters, also durch sein Zenith geht. Der zwischen Stern und Horizont enthaltene Bogen desselben heißt Höhe des Sterns. Mittagskreis oder Meridian heißt jener größte Kreis am Himmel, welcher durch die Weltpole und das Zenith des Beobachters geht, und dessen Ebene also auf dem Aequator und Horizont senkrecht steht. Wenn die Sterne durch den Meridian gehen, so kulminiren sie; wenn die Sonne durch ihn geht, so ist es Mittag des Beobachtungsortes. Aequatorhöhe nennt man den Winkel des Aequators mit dem Horizont für jeden bestimmten Ort der Erde. Immer ist die Aequatorhöhe 90° weniger als die Polhöhe oder geographische Breite eines Orts.

Da die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne 20,000,000 M. (in runder Zahl) beträgt, der Durchmesser ihrer

Bahn 40,000,000 M., so sollte man denken, die bedeutende Verschiedenheit der Orte, welche die Erde in 2 entgegengesetzten Punkten ihrer Bahn einnimmt, müßte eine bedeutende Aenderung im scheinbaren Orte, und also in der scheinbaren gegenseitigen Stellung der Fixsterne hervorbringen, wie man z. B. die Spitzen eines entfernten Gebirges in sehr verschiedener Lage gegeneinander wahrnimmt, wenn man sie von 2 nur etwas von einander entfernten Punkten aus betrachtet. Die 40,000,000 M. große Entfernung der Punkte aber, in welchen sich die Erde an irgend einem Tage und einem 6 Monate darauf folgenden befindet, bringt nicht die mindeste Aenderung in der Stellung der Fixsterne gegeneinander hervor. Hieraus folgt, daß von den Fixsternen aus auch der Durchmesser der ganzen Erdbahn noch unter keinem bemerkbaren Winkel gesehen wird, oder mit andern Worten, daß die Fixsterne nicht einmal eine jährliche (viel weniger eine tägliche) Parallaxe zeigen, weil ihre Entfernungen von der Erde so groß sind, daß der Durchmesser der Erdbahn als unbedeutende Größe gegen sie verschwindet. — Von dieser jährlichen Parallaxe der Fixsterne ist wohl zu unterscheiden die tägliche oder Horizontal- und Höhenparallaxe. Parallaxe überhaupt ist der Unterschied der beiden Winkel, unter welchem ein bestimmter Punkt aus beiden Endpunkten einer geraden Linie gesehen wird, oder auch der Winkel, unter welchem aus jenem Punkte diese gerade Linie, für welche man gewöhnlich den Erdhalbmesser annimmt, gesehen wird. Wenn ein Gestirn in unserem Horizonte ist, so wird der Erdhalbmesser auf unserer Gesichtslinie nach dem Stern senkrecht stehen, die Parallaxe desselben also am größten sein, was man Horizontalparallaxe nennt; wenn es sich über den Horizont erhebt, so wird seine Höhenparallaxe immer kleiner, und im Zenith = 0 werden, weil daselbst der Erdhalbmesser einem Auge im Stern nur als Punkt erscheinen müßte. Ein Auge im Mittelpunkt der Sonne würde den Halbmesser der Erde nur noch 8/6 Sekunden groß sehen, welches also die Sonnenparallaxe heißt; je entfernter ein Stern ist, desto kleiner wird natürlich dieser Winkel werden. Die Entfernungen der himmlischen Körper von der Erde findet man durch dasselbe Verfahren, welches die Feldmesser bei ihren Vermessungen anwenden, und aus denselben einfachen geometrischen Sätzen, durch welche in einem Dreiecke aus den durch Messung oder Beobachtung bekannten Seiten oder Winkeln die übrigen unbekannten gefunden werden. Bei den Fixsternen verlassen uns indeß alle im Sonnensystem noch ausreichenden Mittel, und da wir weder Parallaxe noch Entfernung derselben kennen, da ferner der scheinbare Durchmesser, den sie für das freie Auge haben, nur auf einer Zerstreuung des

Lichtes, also optischer Täuschung beruht, und sie im Fernrohr als unmeßbare Punkte erscheinen, so bleibt uns auch die wahre Größe der Fixsterne unbekannt. Weiß man auch über Größe und Entfernung der Fixsterne nichts positives, so ist doch so viel gewiß, daß auch der nächste von ihnen wenigstens 4 Billionen Meilen entfernt sein muß; eine so ungeheuere Distanz, daß unser ganzes Planetensystem von 800,000,000 M. Durchmesser und 500,000 Billionen Quadratmeilen Flächeninhalt, aus ihr gesehen, nur 20 Sekunden groß, also noch kleiner als uns der Halbmesser des Jupiter in seiner Erdnähe, erscheinen würde. Wie man sich bei Distanzen unseres Planetensystems des Erdhalbmessers und bei weitern Entfernungen des Halbmessers der Erdbahn als Maaßstab bedient, so hat man zur Ausmessung des Fixsternhimmels jene Weite von 4 Billionen M., welche die Entfernung der Sonne von der Erde 200,000mal übertrifft, als Maaßstab angenommen.

Das Licht hat (vergl. S. 173) die außerordentliche Geschwindigkeit von 41,900 Meilen in 1 Sekunde. Da die Erde während der Zeit, welche ein Lichtstrahl eines Himmelskörpers bedarf, um zu uns zu gelangen, in ihrer Bahn fortrückt, alle Körper aber nur durch das von ihnen ausstrahlende oder zurückgeworfene Licht sichtbar werden, müssen wir nothwendig die Orte aller Himmelskörper verändert, und zwar etwas nach jener Seite hin verrückt sehen, nach welcher die Erde eben in ihrer jährlichen Bewegung geht. Auch die Sonne selbst werden wir an einer etwas andern Stelle, nämlich 20 Sekunden weiter östlich sehen, als sie wirklich einnimmt. Man nennt dieses von Bradley entdeckte Verhältniß Aberration oder Abirrung des Lichtes.

Abgesehen von der täglichen Bewegung aller Himmelskörper von Ost nach West, welche aus der Axendrehung der Erde folgt, haben die Planeten unseres Systems gleich Sonne und Mond, noch eine eigene von West nach Ost gerichtete Bewegung. Sie zeigen hiebei aber große Unregelmäßigkeiten, rücken bald schneller bald langsamer fort, nähern sich dem Aequator oder entfernen sich von ihm, scheinen öfters still zu stehen, stationär zu werden, öfters sogar rückläufig, also von Ost gegen West fortzurücken, während Sonne und Mond sich regelmäßig in größten Kreisen bewegen. Die Alten, welche alle diese Unregelmäßigkeiten bei der von ihnen angenommenen Bewegung von Sonne und Planeten um die Erde erklären sollten, stießen hiebei auf die größten Schwierigkeiten, bis Kopernikus nachwies, daß alle Widersprüche sich durch die Annahme auflösten, daß die Erde sich nebst allen Planeten um die Sonne bewege. Alle jene Unregelmäßigkeiten sind also nur scheinbar, und rühren nur von unserem Standpunkt, der gleichzeitigen Bewegung der Erde, der verschiedenen Schnelligkeit

der übrigen Planeten 2c. her. Diese Irregularitäten kehren übrigens periodisch wieder, und die auffallendsten derselben, wo ein Planet einen *Rücksprung* macht, eine *Schlinge* bildet, und seinen eigenen Weg durchschneidet, um wieder zur Sonne zurückzukehren, veranlassen den *synodischen* Umlauf desselben, oder die Zeit, welche von einer scheinbaren Zurückkunft eines Planeten zur Sonne bis zur folgenden verfließt. Der *siderische* Umlauf bezeichnet hingegen die *wahre* Zeit des Umlaufs eines Planeten um die Sonne in Beziehung auf die *Fixsterne*, als feste Punkte, in welcher daher der Planet den ganzen Kreis von 360° zurücklegt. *Tropische* oder *periodische* Revolution ist die Umlaufszeit eines Planeten in Beziehung auf den Frühlingspunkt, der aber wegen der *Präzession* selbst beweglich ist. Sie weicht von der siderischen oder wahren ab, und giebt bei der Erde unser *bürgerliches* Jahr, welches 365 T., 5 St., 48 M., 4 Sek. währt, während das siderische Jahr 365,25638 mittlere Sonnentage dauert.

Die Planetenbahnen liegen in verschiedenen Ebenen, deren Lage auf eine feste oder nach bestimmtem Gesetz bewegliche Ebene bezogen werden muß, die *Fundamental-* oder *Projektionsebene* genannt, und für welche die Ekliptik oder der Aequator angenommen wird. Um auf diese Ebene die Bewegungen eines Planeten beziehen zu können, muß man den Winkel zwischen Bahn- und Projektionsebene und den Winkel kennen, welchen die Durchschnittslinie dieser beiden Ebenen mit *der* Linie macht, welche durch die beiden Nachtgleichenpunkte geht. Der erste Winkel giebt die *Neigung* der Planetenbahn, der zweite die *Knotenlinie*. Die Knotenlinie einer Planetenbahn ist also jene gerade Linie, in welcher die Ebene der Bahn die Ekliptik schneidet, und bezeichnet zu beiden Seiten verlängert, am Himmel die beiden Knoten der Bahn. Der *Knoten*, nach dessen Durchgang sich der Planet über die Ekliptik oder gegen Nord erhebt, heißt der *aufsteigende*, der andere, von dem er gegen Süd geht, der *niedersteigende*. Der aus der Sonne gesehene Abstand eines Planeten von dem aufsteigenden Knoten der Bahn, giebt das *Argument der Breite* des Planeten. — Eine der Ekliptik parallele Zone des Himmels, welche sich auf beiden Seiten 10° von ihr entfernt, heißt *Zodiakus* oder *Thierkreis*. Man theilt diesen in 12 Zeichen (s. S. 196) und in ihm halten sich die ältern Planeten nebst der Sonne auf. — *Conjunktion* eines Planeten tritt ein, wenn er von der Erde aus bei der Sonne gesehen wird, oder wenn seine *Länge* (Entfernung des Breitenkreises eines Planeten vom Frühlingspunkte, von West gegen Ost bis 360° gezählt) gleich der Länge der Sonne ist. *Opposition* tritt ein, wenn er von der Erde gesehen, der Sonne gerade gegenüber steht; die Länge der

Sonne und des Planeten also um 180° differiren. **Geocentrischer Ort** eines Planeten ist der von der Erde, **heliocentrischer** der von der Sonne aus gesehene Ort desselben am Himmel.

Ellipse nennt man eine krumme, in sich selbst zurückkehrende und in einer Ebene liegende Linie von ovaler Form. **Große Axe** einer Ellipse ist die längste Linie, die man in ihr ziehen kann. Auf dieser liegen die beiden Brennpunkte und der Mittelpunkt der Ellipse. Die Entfernung der ersten vom letzten heißt die **Exzentrizität** der Ellipse. **Perihelium**, Sonnennähe nennt man jenen Punkt einer elliptischen Planetenbahn, welcher dem Brennpunkt, in dem die Sonne steht, am nächsten ist; **Aphelium**, Sonnenferne bezeichnet den andern, von der Sonne fernern Endpunkt der großen Axe der Ellipse. Aus der Natur der Ellipse folgt, daß die mittlere Entfernung eines Planeten von der Sonne der halben großen Axe seiner Bahnellipse gleich sein muß. **Apsiden** nennt man die 2 Endpunkte der großen Axe einer Planetenbahn, oder das Perihelium und Aphelium, und die große Axe wird daher auch Apsidenlinie genannt. Die Linie, welche man sich von jedem Punkte der Bahn zur Sonne gezogen denkt, heißt der Radius vector des Planeten. **Wahre Anomalie** nennt man den Winkel an der Sonne zwischen dem wahren Orte des Planeten in seiner Bahn, und dem Orte des Periheliums. **Elemente** einer Planetenbahn heißen die aus den Beobachtungen durch Hülfe der Rechnung abgeleiteten Bestimmungsstücke, welche nöthig sind, um aus ihnen mit Hülfe der Kepler'schen Gesetze die Bewegung eines Planeten und den Ort, welchen er zu jeder Zeit am Himmel einnimmt, finden zu können. Sie sind 1) die siderische Umlaufszeit, oder die mittlere siderische Bewegung, oder auch die große Axe der Bahn; 2) die Exzentrizität der Bahn; 3) die Länge des Perihels des Planeten in der Bahn; 4) die mittlere Länge oder mittlere Anomalie des Planeten; 5) die Neigung der Bahn gegen die Projektionsebene; 6) die Länge des aufsteigenden Knotens der Bahn gegen die Projektionsebene; 7) die Masse des Planeten. — In Folge der Anziehungskraft der Sonne, seiner eigenen Anziehungskraft und seiner Flugkraft muß ein Weltkörper, welcher sich um die Sonne bewegt, einen **Kegelschnitt** (Kreis, Ellipse, Parabel oder Hyberbel) um sie beschreiben. Kepler fand, daß die Bahnen der Planeten keine Kreise, wie man bis zu seiner Zeit geglaubt hatte, sondern **Ellipsen** seien, und dieses ist das **erste** seiner 3 schon S. 24 angeführten Gesetze. Wahrscheinlich bewegen sich auch die allermeisten, ja vielleicht alle Kometen in Ellipsen. Eine zweite nothwendige Folge der oben angeführten Kräfte ist, daß die Flächen, welche der Radius vector (oder die vom Planeten nach der Sonne

gedachte Linie) in der Bahn beschreibt, den Zeitdauern proportional sind, in welchen sie beschrieben werden, oder wie dieses zweite Kepler'sche Gesetz sonst ausgedrückt wird, daß der Radius vector von der Bahnebene in gleichen Zeiten stets gleich große Sektoren abschneide. Da die in elliptischen Bahnen sich bewegenden Körper ihre Entfernung von der Sonne fortwährend ändern, also das Verhältniß der Attraktions- und Schwungkraft und mit ihr die Schnelligkeit der Bewegung der Planeten stets anders werden (indem die Planeten sich am schnellsten im Perihelium, am langsamsten im Aphelium bewegen), so war es für die Theorie des Planetensystems höchst wichtig, ein Gesetz zu erhalten, von welchem diese Ungleichförmigkeit der Bewegung abhänge, das sich selbst gleichförmig, der Zeit proportional ändere und aus dem sonach der Ort eines Planeten in seiner Bahn für jede Zeit berechnet werden kann. Ein drittes Gesetz, „daß sich die Quadrate der siderischen Umlaufszeiten der Planeten verhalten, wie die Würfel der großen Axen ihrer Bahnen," beschließt die Reihe der eigentlich nur aus dem obersten Gesetz der Schwere fließenden Kepler'schen Gesetze, welche sich gegenseitig stützen, und durch die der eigenthümliche Charakter unseres Planetensystems vollkommen ausgedrückt wird.

Der Mond der Erde schreitet in seiner Umlaufsbewegung täglich etwa 13° von W. gegen O. unter den Fixsternen fort, und vollendet in Beziehung auf sie seinen Lauf um die Erde in 27,32166 mittlern Sonnentagen. Die abwechselnden Lichtgestalten, Phasen, die er hiebei zeigt, rühren von den Stellungen her, in die bei dieser Bewegung, bei welcher er der Sonne nach und nach alle Punkte seiner Oberfläche zukehrt, seine jedesmal beleuchtete Halbkugel zur Erde tritt. Ist diese von der Erde ganz abgekehrt, so sehen wir den Mond nicht (oder höchstens ausnahmsweise durch reflektirtes Erdenlicht) und es ist Neumond, in welchem der Mond bei der Sonne steht. Einige Tage später steht er schon ziemlich weit links oder östlich von der Sonne, und zeigt im ersten Oktanten seiner Bahn, nämlich 3¾ Tage nach dem Neumond, rechts oder westlich bereits eine beleuchtete Sichel, deren Konvexität der Sonne zugewendet ist. Er geht jetzt nach der Sonne auf und unter. 7⅖ Tage nach dem Neumonde, im ersten Viertel oder der ersten Quadratur sehen wir seine Scheibe halb beleuchtet. Er ist jetzt 90° östlich von der Sonne entfernt und geht 6 Stunden nach derselben auf und unter. Nach 14⅘ Tagen ist er von der Sonne 180° entfernt, steht ihr gerade gegenüber, in Opposition, erscheint als ganz beleuchtete Scheibe, Vollmond, und geht auf bei Untergang, unter bei Aufgang der Sonne. Allmählig wendet er von nun an einen immer größern Theil seiner unbeleuchteten

Seite der Erde zu, und von der beleuchteten Seite ist jetzt die Konkavität gegen die Sonne gekehrt. Beträgt der dunkle Theil genau wieder die Hälfte, so steht der Mond in der zweiten Quadratur oder im letzten Viertel, was nach 22⅕ Tagen eintritt, und geht um Mitternacht auf, um Mittag unter. Im letzten Oktanten, 3¾ Tage vor dem Neumonde erscheint er wieder als schmale Sichel, deren Höhlung nun rechts oder westlich gewendet ist. Die Stellungen beim Neu- und Vollmond nennt man auch Syzygien. — Fiele die Bahn des Mondes mit der Ekliptik zusammen, so müßte der Mond jedesmal zur Zeit des vollen Lichtes von der Erde, die zu dieser Zeit zwischen ihm und der Sonne steht, verfinstert werden. Da aber seine Bahn mit der Ekliptik einen Winkel von 5° bildet, so geht er meistens über oder unter dem Schattenkegel der Erde weg. Nur dann wird er verfinstert, wenn er beim Vollsein zugleich nahe bei seinem Knoten ist, was im Mittel in 18 Jahren 29mal geschieht, wobei dann die Finsterniß eine totale oder partielle sein wird. — Steht der Mond, was im Neulicht der Fall ist, in derselben Gegend des Himmels, wie die Sonne, und bewegt sich nahe genug bei der Erde vorbei, so verdeckt er allen Erdbewohnern, deren Gesichtslinie nach der Sonne durch ihn unterbrochen wird, diese letztere. Geht er mitten durch die Sonne, so kann er sie, wenn sein scheinbarer Durchmesser eben größer ist, ganz bedecken oder eine totale Sonnenfinsterniß veranlassen; bei eben kleinerem Durchmesser bleibt noch ein Ring von der Sonne übrig und es entsteht eine ringförmige Finsterniß. Geht er nicht mitten durch die Sonne, so entstehen andere partielle Verfinsterungen.

In Folge der Refraktion oder Brechung, welche die Lichtstrahlen in unserm Luftkreis erleiden (vgl. S. 174), sehen wir Sonne und Mond, so wie die übrigen Gestirne an andern Stellen des Himmels, als die sie wirklich einnehmen. Nur Gestirne, welche im Zenith stehen, erleiden keine Refraktion ihrer Lichtstrahlen und wir sehen sie daher am wahren Orte; je weiter ein Stern vom Zenith entfernt ist, desto größer wird für ihn der Refraktionswinkel, bis er im Horizonte 0° 33′ erreicht. Die Größe der Refraktion ändert sich auch mit dem Dichtigkeits- und Temperaturzustand der Atmosphäre. Mittelst der Refraktion erscheinen die Gestirne schon über dem Horizont, wenn sie wirklich noch unter demselben stehen, und dieses geht so weit, daß z. B. die Sonne in den Polargegenden der Erde schon Tage, ja Wochen lang über dem Horizont gesehen wird, ehe sie noch über ihn emporgestiegen ist, und eben so lange noch über demselben verweilt, wenn sie in der That schon untergegangen ist. Durch die Horizontalrefraktion

wird sowohl die Gestalt der Himmelskörper bedeutend verändert, als ihr Licht gedämpft.

Die Fixsterne haben eine eigenthümliche, allen gemeinschaftliche scheinbare Bewegung, welche man Präzession nennt. Während nämlich ihre Breite unverändert bleibt, nimmt ihre Länge jedes Jahr um 50'',2113 zu. Sie hat ihren Grund in dem Rückwärtsgehen des Frühlingspunktes („Vorrücken der Nachtgleichen") von Ost nach West alljährlich um die genannte Größe. Die Ekliptik bleibt hiebei unverändert, aber der Aequator geht auf ihrer festen Ebene rückwärts und sein Pol beschreibt einen Kreis um den Pol der Ekliptik. Die Präzession hat wieder eine Aenderung der Abweichung und geraden Aufsteigung jedes Sterns zur Folge. In einem Jahrhundert beträgt das Rückwärtsgehen des Frühlings- und demnach auch des Herbstpunktes 1°,5947, um welche Größe also die Länge der Sterne zunimmt, welche demnach seit der Zeit der Astronomen des Alterthums, also etwa 2000 Jahren, eine Vergrößerung von mehr als 27° erhalten hat. Die Benennung der 12 Himmelszeichen, welche in uralter Zeit wahrscheinlich in Einklang mit damaligen Naturperioden gegeben wurde, stimmt daher durchaus nicht mehr mit unsern jetzigen monatlichen Naturerscheinungen zusammen. Es ist klar, daß auch ganz andere Sterne in verschiedenen Zeiten in die Nähe der Pole kommen werden, so daß der Stern α im kleinen Bären, den man jetzt als Polarstern betrachtet, vor 2000 Jahren noch gegen 12° vom Nordpole entfernt war. Könnte man die Präzession von 0°,013947 für alle Jahre gleich groß annehmen, was jedoch wegen Veränderlichkeit ihrer Größe nicht angeht, so müßten die Pole des Aequators ihren ganzen Umlauf um die Pole der Ekliptik in 25,812 Jahren, welche Periode man das große Platonische Jahr genannt hat, vollenden. — Der Pol des Aequators hat aber außer jener Bewegung noch eine andere, unter dem Namen der Nutation bekannte. Im Allgemeinen geht er nämlich in jenem Kreise, welchen er um den Pol der Ekliptik beschreibt, mit der Zeit immer rückwärts; er bleibt aber dabei nicht immer in der Peripherie desselben, sondern nähert oder entfernt sich etwas von ihrem Centrum, ja schreitet manchmal sogar einige Jahre vorwärts, Ungleichheiten, die aber stets in einer 19jährigen Periode sich wiederholen. — Präzession wie Nutation beruhen auf der nicht ganz gleichförmigen Anziehung, welche die Erde wegen ihrer nicht vollkommen sphärischen Gestalt und ihrer ungleichen Massenvertheilung von Sonne und Mond erfährt. Hiedurch sind Veränderungen in der Stellung ihrer Axe gegeben, in Folge deren sie gewisse Schwankungen macht, wie ein sich drehender Kreisel, welche bei einer vollkommen runden, gleich angeordneten Erde nicht eintreten würden. — Auf

die Anwendung der Präzession zur Ermittlung des Alters chronologischer Denkmale werden wir im 9ten Buch zurückkommen.

IV. Hauptstück.

Von der allgemeinen Gravitation der Himmelskörper gegeneinander.

Die große Entdeckung Newtons, daß alle Körper sich im geraden Verhältniß ihrer Maße und im umgekehrten des Quadrats ihrer Entfernung anziehen, ist folgenreicher und fruchtbarer als je eine andere im Gebiet der Naturwissenschaften geworden. Es gelang Newton, aus dem von ihm gefundenen Gesetz der allgemeinen Schwere die Nothwendigkeit der elliptischen Bahnen zu erweisen, in welchen die Sonne vermöge ihrer Anziehung die Planeten um sich führt, und aus der gegenseitigen Anziehung der Massen dieser letztern die Störungen abzuleiten, welche sie auf einander ausüben. Es gelang ihm auch, aus jenem Gesetze die Massen der Sonne und der Planeten, ihre Dichtigkeiten und Größe zu bestimmen, die Fallgeschwindigkeit der Körper auf ihnen, so wie die Gestalt und Abplattung der Erde. Die Theorie der größern Ungleichheiten der Mondsbewegung, die Ebbe und Fluth im Ocean der Erde, das Vorrücken der Nachtgleichen und die Bewegungen der ebenfalls der Gravitation gehorchenden Kometen, so wie viele andere wichtige Verhältnisse der Körperwelt floßen gleichfalls aus jenem fruchtbaren Gesetze.

Newton betrachtet nun als die Ursache der Gravitation die vereinigte Anziehung, welche alle Elemente eines Körpers zusammen genommen auf andere Körper ausüben. Erforscht man aber das Verhalten der uns umgebenden materiellen Welt in dieser Rücksicht, so sieht man, daß die Anziehungskraft der Theilchen eines Körpers nur auf sehr kleine Distanzen, — wahrscheinlich nur auf die Entfernungen der Atome von einander wirke. Die neuere Physik unterscheidet daher schon allgemein die Molekularkraft der Atome, die bereits in

sehr kleinen (nach der Dichtigkeit der Materien ungleichen) Entfernungen aufhört und aus deren verschiedener Modifikation der Aggregatzustand der Körper abgeleitet wird, von der in unermeßliche Ferne wirkenden, von aller Verschiedenheit der Materie unabhängigen Gravitationskraft. Wenn aber nun die letztere ihren Grund nicht in der Materie haben kann, wo soll sie ihn denn sonst haben, als in jener geistigen Einheit, die jedem Weltkörper zu Grunde liegt, und von welcher die Masse, die ihn bildet, selbst nur eine Folge und ein Ergebniß ist? Darum konnte Newton beweisen, daß bei der Wirkung seines Gesetzes, die Anziehung der Weltkörper auf außer ihnen liegende Körper sich so verhalte, als wäre ihre anziehende Kraft (die nach ihm, welchem die physischen Erfahrungen der neuern Zeit noch verborgen waren, jedem Elemente ihrer Masse zukommen müßte) im Mittelpunkte der Kugeln vereinigt. — Man wende nicht ein, daß auch bei Schrotkörnern, Wassertropfen u. dgl. runde Gestalten entständen, als Wirkung der Anziehung ihrer Atome, ohne daß hier an ein geistiges, sie zum Ganzen verbindendes Prinzip zu denken wäre. Die Weltkörper zeigen außerdem Erscheinungen ganz anderer, höherer Art, welche sich durch geordnetes Einherziehen im Raume, durch harmonische Beziehungen auf einander und z. B. in unserem Sonnensysteme durch allmäliges Wachsen der Entfernungen nach einem bestimmten Gesetz, und Verbindung aller zu einem organischen Ganzen ausgesprochen haben. Sollte auch die Gestalt der Weltkörper aus der Molekularanziehung begreiflich werden, so scheint die Gravitation eine Kraft zu sein, die ihnen als Individuen zukommt. Allerdings wirkt sie um so intensiver, je gewaltiger die Masse eines Weltkörpers ist: aber nicht, weil in dieser der erste Grund hievon liegt, sondern weil die Massen der kosmischen Organismen selbst nur das Resultat des jedem eigenen Quantums von anziehender Kraft sind, mit welchen die sie durchdringenden immaterialen Einheiten bei ihrer Entstehung wirkten und fortwährend wirken. Es ist klar, daß es für die Berechnung dieser Kraft und ihrer Wirkung gleichgültig ist, ob sie als

eine die Masse bedingende, oder als eine von der Masse ausgehende angesehen werde; nicht so aber für die philosophische Erkenntniß des Wesens der Weltkörper.

Durch das von Newton gefundene Gesetz der allgemeinen Schwere hat die physische Astronomie jenen außerordentlichen Grad von Sicherheit und Bestimmtheit erreicht, der ihr erlaubt, auf Jahrhunderte hinaus den jezeitigen Ort der Planeten am Himmel auf wenige Sekunden zu bestimmen, Finsternisse und Sternbedeckungen einer ziemlich fernen Zukunft auf die Minute zu berechnen. Erscheinungen verschiedener Art, Verhältnisse in manchen Bewegungen der Himmelskörper, die man erst in neuerer Zeit näher zu erkennen anfängt, deuten, zwar erst noch leise, bereits darauf hin, daß denn doch über jener starren Macht eines, wie man glaubt, rein mechanischen Gesetzes noch ein höheres Walten vorhanden sei. Auch ist die Zeit, welche seit der Aufstellung des Gravitationsgesetzes verflossen ist, wie man nicht verschweigen darf, noch viel zu kurz, um behaupten zu können, daß es für alle Zeiten, für den ganzen Lebensverlauf der Einzelwelten und noch viel weniger des Weltalls, ohne Wandel und Schwankung und für alle Gattungen von Weltkörpern, für alle Gegenden des Weltraums unveränderlich dasselbe sei. Wenn die an den Doppelsternen beobachteten Bewegungen dieses Gesetz auch in jenen fernen Regionen zu bestättigen scheinen, so kommen andererseits schon an Weltkörpern unseres Systems, nämlich an den Kometen Erscheinungen vor, die dasselbe modifiziren mögen, wobei wir nur an die merkwürdigen Wahrnehmungen am Halleyschen Kometen erinnern. (Vergl. Bessels Auss. im astron. Jahrb. von Schuhmacher für 1837, S. 142, ff.) Es ist möglich, daß das Gravitationsgesetz nur der Ausdruck des positivsten, am meisten mechanischen und eben darum faßlichsten Verhältnisses im Leben der Weltkörper ist. Kepler hatte ohne Zweifel höhere Ideen vom Weltall, seiner Harmonie und seinem Leben: aber Newton ergriff das niedrigere, eben daher leichter demonstrable und dem Kalkul unterwerfbare Verhältniß mit gewaltigerem und sichererem Geiste, und ihm erkannte die Welt den Preis zu, wie sie es in ähnlichen

Fällen, jedoch nur in der Neuzeit, immer gethan hat. Nach dem Gesetz der Schwere wäre das Universum nichts als ein großes Uhrwerk; in Wahrheit ist es aber sicher der erhabenste Organismus, gebildet aus unzähligen einzelnen Organismen, durchdrungen vom Hauche des Allbelebenden. Unsere rechnende Astronomie, so schön, so dankens- und bewunderns-werth ihre Resultate sind, mag sich zum Leben des Weltalls verhalten, wie die Theorie der Töne zur Musik, und darf uns eben deßhalb nicht abhalten, statt in ihr zu erstarren, nach einer höhern, vollkommenern und lebendigern Erkenntniß zu ringen.

Da sich nach dem Gravitationsgesetze alle Körper gegenseitig im Verhältniß ihrer Masse und verkehrt, wie das Quadrat ihrer Entfernung anziehen, so würde z. B. die Sonne, wenn die Kraft, mit der sie jetzt die Erde anzieht, = 1 ist, sie 4, 9, 16, 25mal stärker anziehen, wenn die Erde 2, 3, 4, 5mal näher an ihr stände, oder eben so viel schwächer, wenn sie so viel weiter von ihr entfernt wäre. Blieben die Entfernungen von Sonne und Erde, wie sie jetzt sind, und würde die Sonnenmasse doppelt, dreimal, viermal so groß, so würde sie ebenfalls die Erde 4, 9, 16mal so stark anziehen, als jetzt. Durch die Gravitation wirken die Weltkörper nicht bloß gegenseitig auf einander, sondern auch auf alle andern Körper, die in den Bereich ihrer Attraktionssphäre kommen. Diese Kraft, z. B. der Erde, hält den Mond in seiner Bahn und macht den Apfel vom Baume zu Boden fallen. Eine Meteorkugel, welche eine Jupitersmond in der Entfernung von 100 Meilen um 1 Fuß in der ersten Sekunde anzieht, wird in 50 Meilen Entfernung 4, in 25 M. Entfernung 16 F. in der ersten Sekunde angezogen werden und hiernach mit dieser Geschwindigkeit gegen ihn fallen. Die Anziehung eines Weltkörpers richtet sich nach der Masse desselben und scheint, wenigstens nach den bisherigen Erfahrungen für alle Substanzen gleich zu sein. Der Mond, welcher nur $\frac{1}{70}$ der Erdmasse hat, wird andere, gleichweit von seinem oder dem Erdmittelpunkt entfernte Körper 70mal schwächer anziehen.— Während die Körper an der Oberfläche des Mondes in der ersten Sek. nur 2/8 Par. Fuß fallen, fallen sie auf der Erde 15 F. Der Fall der Körper ist aber nichts, als was man ihr Gewicht nennt; und wie der Fall der Körper z. B. auf dem Monde 5mal langsamer ist, als bei uns, so wird auch ihr Gewicht 5mal kleiner sein, und ein Körper, der bei uns mit der Kraft eines Pfundes auf seine Unterlage drückt, wird dort nur wie 6⅖ Loth, auf der Sonne hingegen wie 29 Pf. drücken. — Die Masse der Himmelskörper, wenn man ihre Attraktion kennt, findet man nun durch Umkeh-

rung des Gravitationsgesetzes: denn wenn die Attraktionskraft jedes Körpers auf jeden andern außer ihm gleich seiner Masse, dividirt durch das Quadrat seiner Entfernung ist, so ist auch umgekehrt die Masse des anziehenden Körpers gleich der Anziehungskraft desselben, multiplicirt in das Quadrat der Entfernung. Aus der Entfernung der Weltkörper in Verbindung mit dem scheinbaren Durchmesser derselben findet man den wahren, und sonach ihre Größe; hat man nun bereits ihre Masse gefunden, so ist es leicht, ihre Dichtigkeit auszumitteln, da diese nichts anderes ist, als das Verhältniß der Masse zum Volumen. —

Die elliptische Bewegung der Himmelskörper bebetrachtet man als das Resultat zweier Kräfte, 1) eines bei ihrer Entstehung ihnen beigebrachten, nicht durch die Mitte gehenden, ohne Ende fortwirkenden Stoßes, in dessen Folge der Körper unaufhörlich in einer geraden Linie gleichförmig schnell fortlaufen würde, da, wie man sagt, wegen der Trägheit der Materie, kein Grund vorhanden ist, warum diese einmal begonnene Bewegung aufhören sollte, und 2) einer eben so unaufhörlich wirkenden Attraktionskraft der Sonne. Der Planet oder Komet schreitet nun weder in der Richtung der einen noch der andern Kraft, sondern in der Diagonale des Parallelogramms fort, dessen Seiten die Größe und Richtung jener Tangential- und Centralkraft darstellen. Es hängt von der anfänglichen Geschwindigkeit eines Weltkörpers ab, ob seine Bahn ein Kreis, eine Ellipse, eine Parabel oder Hyperbel werden soll. Sind sich z. B. die beiden Kräfte vollkommen gleich, so wird die Bahn ein Kreis werden; überwiegt die Tangentialkraft, so werden andere Kegelschnitte entstehen.

Die Ellipsen, welche die Planeten und Kometen unseres Systems um die Sonne beschreiben, wären sehr einfach, wenn jeder von ihnen nur durch die Sonne angezogen würde. So aber wird jeder nicht blos durch die Sonne, sondern auch durch alle andern Körper des Systems angezogen, wodurch in der sonst so einfachen Bewegung vielfache Störungen, Perturbationen entstehen. Bald nach dieser bald nach jener Richtung wird die elliptische Bewegung verändert, beschleunigt oder aufgehalten. Da jedoch die vereinigte Masse aller Planeten (die Massen der Kometen kommen hiegegen kaum in Betracht) 560mal geringer als jene der Sonne ist, durch deren Attraktionskraft die elliptische Bewegung bedingt ist, so sind auch die Störungen, welche die Planeten gegenseitig auf dieselbe ausüben, doch nur gering. Dieselben werden indeß um so größer sein, je exzentrischer die Ellipse ist, in der sich ein Planet bewegt; die Exzentrizitäten der ältern Planeten sind aber sehr gering, und die Bahnen der neuen 4 kleinen

so stark auf die Bahnen der ältern geneigt, daß die Wirkung der Anziehung, die diese auf die Asteroiden ausüben, dadurch sehr vermindert wird. Durch diese Umstände wird die Störung sehr vereinfacht, und wenigstens eine annähernde Berechnung derselben, aber auch nur eine solche möglich gemacht. Hiezu kommt noch, daß man nicht alle Störungen zugleich berechnet, welche von allen Planeten zusammen auf einen von ihnen, z. B. die Erde ausgeübt werden, sondern nach dem berühmten Problem der 3 Körper nur immer jene zugleich berücksichtigt, welche einer von einem andern erleidet — so daß z. B. nur die Erde, die Sonne und der störende Planet auf einmal betrachtet werden. So konnte man nach und nach Tafeln für die jezeitigen Orte der Himmelskörper entwerfen, welche in Betracht aller dieser Schwierigkeiten doch schon einen sehr hohen Grad von Genauigkeit besitzen. — Gewisse Störungen hängen offenbar nur von den Orten zweier Planeten ab, die nach einigen Umläufen wieder dieselben sein werden. Hiemit werden dann jene Störungen wieder zurückkehren, und man nennt sie daher periodische. So erleidet der Mond durch die Sonne regelmäßig wiederkehrende Störungen seiner Länge, die als Evektion, Variation und jährliche Gleichung des Mondes bekannt sind. Unter den periodischen Störungen der Planeten sind besonders diejenigen merkwürdig, welche Jupiter und Saturn auf einander ausüben. — Die von den gegenseitigen Stellungen abhängigen Aenderungen der Planeten in ihren Bahnen werden endlich auch auf die Bahnen selbst einwirken, und ihre Gestalt, Lage, vielleicht selbst Größe verändern. Diese Störungen werden nicht mehr von einem einzelnen Planeten abhängen, sondern das Resultat der seit Jahrhunderten bestehenden Stellungen der Bahnen aller Planeten gegen die Bahn des zu störenden sein. Diese Bahnstellungen sind selbst wieder veränderlich, aber ihre Periodizität umfaßt Jahrhunderte, daher man die Störungen dieser Art säkuläre genannt hat. So wird die Mondbahn, welche 5° gegen die Ekliptik geneigt ist, durch die Attraktion der in der Ekliptik stehenden Sonne dieser genähert werden müssen. Hiedurch rücken die Knoten seiner Bahn jährlich um 19°/35 rückwärts, und vollenden ihren siderischen Umlauf in 6793/2839 Tagen. Die Entfernung des Mondes von der Erde wird durch die Sonne ebenfalls und damit die Lage der großen Axe seiner Bahn fortwährend verändert, woraus ein siderischer Umlauf der Apsiden der Mondsbahn hervorgeht, welcher 3232/567 Tage dauert ꝛc. Zu den säkulären Störungen der Planeten gehören die Veränderungen ihrer Knoten und Neigungen, und die Veränderungen der Länge des tropischen Jahres oder der Umlaufszeit in Beziehung auf den Frühlingspunkt, deren Extreme bei der Erde etwa 38 Sekunden

betragen, während das siderische Jahr eine der unveränderlichen Größen des Planetensystems ist. — Beim Monde fallen bekanntlich Axendrehung und Umlauf um die Erde zusammen, d. h. während er einen Umlauf um die Erde macht, hat er alle Punkte seiner Oberfläche der Sonne zugekehrt, also sich einmal um seine Axe bewegt. Die S. 240 erwähnte Libration oder Schwankung des Mondes ist keine wirkliche, sondern nur eine scheinbare. Die Bewegung des Mondes ist nämlich eine ungleichförmige, er geht in Folge der Störungen mit kleinerer oder größerer Geschwindigkeit fort, und zeigt daher uns, die wir im Mittelpunkte seiner Bahn stehen, bald an seiner östlichen, bald an seiner westlichen Seite kleine Theile seiner abgewendeten Seite. Da die Axe des Mondes auf seine Bahnebene nicht senkrecht steht, sondern um beinahe 83° gegen sie geneigt ist, so erblicken wir, wenn er im höchsten Punkte der Bahn steht, vom nördlichen Mondrande etwas mehr, vom südlichen etwas weniger, als im umgekehrten Falle. — Die Kometen scheinen wegen ihren so äußerst dünnen Massen außer den Störungen, welche sie durch die Planeten erleiden, auch noch eine Retardation in ihrer Bewegung durch den Aether zu erfahren, wodurch die große Axe ihrer Bahnellipse kleiner, ihre Umlaufszeit demnach kürzer werden und ein endlicher Einsturz in die Sonne erfolgen müßte, wie Enke namentlich an dem nach ihm genannten Kometen nachgewiesen hat. — Unter allen Aenderungen und Störungen, welche in den Bewegungen der zahlreichen Körper unseres Systems durch ihre gegenseitige Anziehung hervorgebracht werden, nimmt man doch 3 unter allen Umständen unveränderliche Verhältnisse an: nämlich die Unveränderlichkeit der Rotationsaxe der Erde, der Länge des Tages, und der mittlern Entfernung der Erde und aller Planeten von der Sonne.

Aus dem Gravitationsgesetze leitet man auch die Kugelgestalt der Himmelskörper ab. Einzelne vorherrschende Punkte hätten die sie umgebende, wahrscheinlich flüssige Masse angezogen und sie in Schichten um sich abgelagert, deren Dichtigkeit gegen die Mitte immer größer wurde und welche Kugelform annahmen. Die Rotation sei durch Anziehung der benachbarten Weltkörper entstanden; ihr zu Folge mußte unter dem Aequator Centrifugalkraft, hiemit eine Erhebung der Masse daselbst; unter den Polen Ueberwiegen der Schwerkraft, hiemit Abplattung eintreten. Eine ganz gleich dichte Masse wird durch die Rotation eine sphäroidische Gestalt, d. h. eine solche erhalten, welche durch Umdrehung einer Ellipse um ihre kleine Axe entstanden ist. Unsere Erde müßte nach dieser Voraussetzung eine Abplattung von etwa $1/_{580}$ erhalten haben; da sie aber um $1/_{300}$ abgeplattet ist, so kann sie nicht gleich dicht sein.

— Die Rotation der Weltkörper erklärt man auch durch den (hypothetischen) ursprünglichen Stoß, durch welche sie ihre Bewegung um Centralkörper erhalten haben. Je näher dem Mittelpunkte derselbe erfolgt, desto langsamer muß die Rotation und desto geringer also auch die Abplattung werden; bei unserer Erde erfolgte der Stoß nur $^6/_{1000}$ von ihrem Mittelpunkte entfernt; bei Jupiter $^{38}/_{100}$, beim Monde $^2/_{1000}$ des Halbmessers, woher die schnelle Rotation und starke Abplattung Jupiters. Wie man aus jenem Stoße Schlüsse auf den Punkt der Bahn, in welchem die Erde entstanden ist, und auf ihr Alter ziehen kann, wird im vierten Buche gezeigt werden. — Ebbe und Fluth, Höhe der Atmosphäre ꝛc., welche gleichfalls aus dem Gravitationsgesetze abgeleitet werden, sollen eben dort ihre Erläuterung finden.

V. Hauptstück.

Entstehung, Entwicklung und Untergang der Weltkörper.

Die teleskopische Durchforschung des Himmelsgewölbes bestättigt, was schon a priori nothwendig erscheint, auch in der Erfahrung: daß die dem bewaffneten Auge sichtbaren kosmischen Gebilde sich in höchst verschiedenen Stadien ihrer Ausbildung befinden, manche aus der chaotischen Lichtmaterie sich eben zu gestalten beginnen, andere grössere Verdichtung und mehr und mehr bestimmte Umrisse ihrer Gestalt gewonnen haben, sehr viele bereits frei von nebligen Atmosphären, im intensivsten Lichte prangen. Wir schließen (nach Herschel's Gleichniß) von den verschiedenen Stufen des Grünens, Blühens und Fruchttragens der Pflanzen eines Gartens auf die verschiedenen Epochen der Entwicklung, in welchen sich diese so eben befinden, — nach Analogie und Vernunft werden wir auch, wenigstens in einem grossen Theile jener verschiedenen Erscheinungsformen der kosmischen Organismen, so viele Evolutionsstufen derselben annehmen müssen, obwohl es uns nur selten vergönnt ist, hier wie dort deren Fortgang zu verfolgen. Denn das Menschenleben verhält sich zum Leben der Weltkörper, wie ein flüchtiger Augenblick zu Jahrtausenden, und das Dasein unseres ganzen Geschlechts ist erst von gestern, mit

den Jahrmillionen verglichen, welche zu den Entwicklungsprozeßen des Sternhimmels erfoderlich sind. Und doch schreibt sich die etwas genauere Kenntniß jener wunderbaren Regionen kaum von zwei Menschenaltern her. Den bei weitem größten und wichtigsten Theil derselben verdanken wir dem unsterblichen W. Herschel, und Alles, was sein würdiger Sohn J. Herschel, Schröter, und höchst wenige Andere lieferten, welche den Muth hatten, jene erhabenen und schwierigen Arbeiten fortzusetzen, dient höchstens zu einiger Erweiterung und Bestättigung von W. Herschels Entdeckungen und Folgerungen. — Was die Entstehung und allmälige Ausbildung unseres Planetensystems betrifft, so sind seit der Theorie, welche Kant in seiner Naturgeschichte des Himmels (Verm. kl. Schrift. Bd. 1. S. 183 ff.) hievon gegeben hat, zahlreiche andere aufgestellt worden, deren wichtigste betrachtet werden sollen. Unter allen scheint jene von Laplace am höchsten zu stehen, theils durch die Einfachheit ihrer keinem Naturgesetz widersprechenden Voraussetzungen, theils und vorzüglich, weil sie wie keine andere, die Uebereinstimmung der Bewegungen, die man bei den Weltkörpern unseres Sonnensystems wahrnimmt, aus der gemeinschaftlichen Entstehung derselben ableitet, — wonach jene nicht als zufällig zusammengesellte, sondern als selbstständige Glieder eines und desselben höhern Organismus erscheinen. Vergessen wir nicht, daß jene mechanischen Vorgänge, wie die Bildung der Sonne aus einem Nebelfleck, das Zerfallen ihrer Atmosphäre (nach in ihrer Beschaffenheit gegründeten Gliederungsmomenten) zu mehreren konzentrischen Schichten, die Bildung der einzelnen Mond- und Planetenkugeln aus denselben ꝛc. — nur die sinnlich wahrnehmbaren Aeußerungen der im Innersten wirkenden geistigen Prinzipien sind, die in Verbindung mit den äußerlich gegebenen Umständen jeden Weltkörper unseres Systems mit all seinen Besonderheiten zu dem machten, was er ist, — so können wir der Hypothese von Laplace als derjenigen beistimmen, welche mit Natur und Vernunft am meisten in Harmonie steht. — Die Hypothese von Laplace schließt sich ungezwungen an die Ansichten Herschels an, und bildet die Fortsetzung derselben. Wenn dieser die Bildung der Sonnen aus dem gemeinschaftlichen leuchtenden

Urstoff des Weltraums durch allmälige Verdichtung desselben, und ein hieraus erfolgendes Durchlaufen der verschiedenen Nebelfleckformen erklärt: so nimmt Laplace einen Herschel'schen Nebelfleck als gegeben, und leitet aus ihm die vollständige Ausbildung unserer Sonne nebst der Entstehung ihrer Planeten und Monde her. Beide grosse Männer stützen sich auf die im ganzen Universum wirksamen Gesetze der Anziehung und Verdichtung. Es leuchtet jedoch ein, daß aus diesen allein die Bildung der Welt nicht erfolgen kann, und es wird immer klarer hervortreten, daß neben jenen der Materie überhaupt eigenen Erscheinungen, allenthalben auch gestaltende, organisirende Prinzipien nothwendig seien, wo Höheres, als bloße Aggregate der Materie entstehen soll. Erst dann wird es uns klar werden, wie es möglich ist, daß die Weltkörper eine polarische Anordnung ihrer Bestandtheile, daß sie elektrische, magnetische, Licht- und Wärmeerscheinungen zeigen können, daß sie eine Entwicklung durchlaufen, deren Gang manchmal verzögert, manchmal beschleunigt, erschüttert und verändert wird, — mit einem Wort, daß sie Lebenskräfte offenbaren, welche nie an bloß materiellen Aggregaten wahrgenommen werden. Wir wagen zu behaupten, daß die Erfahrung Schritt vor Schritt die hier aufgestellte Ansicht bestätigen wird. Zur Erklärung mancher Phänomene reicht bereits die Schwere nicht mehr aus, und steht sogar im Widerspruch mit ihnen, wie Bessels Annahme von polarischen Kräften in den Kometen beweist, zu welcher dieser berühmte Gelehrte durch seine Beobachtungen der schwingenden Bewegung, welche die Ausströmung des Halley'schen Kometen machte, veranlaßt wurde. (Vergl. den S. 274 angeführten Aufsatz.) Allenthalben in der Natur erscheint neben dem Anziehenden, Freundlichen, ein Abstossendes, Feindliches, — über beiden steht aber noch das Ordnende und Gestaltende, ohne welches wir nur den blinden, nimmer ruhenden Kampf jener an der Materie haftenden Attraktions- und Repulsionskräfte, nie aber höhere Formen von Naturwesen, nie Weltkörper, noch weniger Weltkörpersysteme, am wenigsten sekundäre Organismen auf ihnen schauen würden.

Aus dem Gravitationsgesetze, besonders aus der überwiegenden Masse der Sonne, glaubt man mit vollkommener Sicherheit eine Beschaffenheit des Planetensystems voraussetzen zu dürfen, welche in unendlich alter Zeit der jetzigen vollkommen gleich war. Die mathematische Analyse weist so zu sagen, durchaus auf keinen Anfang desselben hin. Denn wenn man mit ihrer Hülfe auch in die höchste Vergangenheit zurückgeht, findet man immer, daß die Planeten in nahe kreisförmigen Bahnen um die Sonne, und die Monde sich um die Planeten bewegt haben. Wir stoßen hier auf einen der Fälle, wo Vernunft und Analogie weiter reichen, als die Analysis. Erstere sagen uns, daß wie Alles in der Erscheinungswelt, so auch die Weltsysteme einen Anfang haben müssen; daß wie alle andern Dinge auch sie Stufen der Entwicklung durchlaufen müssen. Es scheint, wieder nach der Analyse, daß unser Planetensystem einen Zustand der Ausgleichung und hiemit der Ruhe erlangt habe, welcher auf eine grenzenlose Zukunft hinaus seine Dauer und sein Bestehen verbürgt. Die S. 278 erwähnten 3 unveränderlichen Elemente gestatten keine mit der Zeit fortgehenden, also nach und nach den Untergang des Ganzen herbeiführenden, sondern nur periodische, sich wieder ausgleichende Veränderungen. Durch eine bewundernswürdige, von Lagrange entdeckte, von Laplace und Poisson weiter entwickelte Kombination ist namentlich die Unveränderlichkeit der großen Axen der Bahnellipsen, und hiemit auch der Umlaufszeiten aller Planeten vermittelt. Wenn man nämlich in dem allgemeinen analytischen Ausdruck der säkularen Störungen eines Planeten jene Zahlen substituirt, welche den einzelnen Planeten zukommen, heben alle Glieder dieser Formel sich auf, woraus hervorgeht, daß diese große Axe selbst, durch Einwirkung der andern Planeten nicht gestört wird und vollkommen unveränderlich ist. Der schaffende Geist der Welt hat diesen wichtigen Zweck durch das scheinbar unbedeutende Mittel erreicht, die Umlaufszeiten unter sich inkommensurabel zu machen: so nämlich, daß nicht 2 derselben sich zu einander genau, wie 2 ganze Zahlen verhalten. Verhielten sich z. B. die Umlaufszeiten des Jupiter und Saturn

genau wie 2 : 5, oder wie 4312 : 10780 Tagen, während sie sich in Wahrheit nur beinahe so verhalten, nämlich 4332 und 10759 Tage betragen, so würde eine immer weiter gehende Aenderung ihrer Bahnen, ein fortwährendes Wachsen der Jupitersbahn, ein immer dauerndes Abnehmen der Saturnsbahn, und in deren Folge eine allmälige Zerrüttung und Zerstörung des ganzen Systems eintreten. Schon der Umstand, daß die wirkliche Umlaufszeit dieser beiden größten Planeten sich beinahe = 2 : 5 verhält, veranlaßt in ihrer Bewegung Störungen, die sich zwar immer wieder ausgleichen, aber bedeutender sind, als bei allen andern Planeten.

Es scheint demnach, daß die schaffende Kraft den einzelnen Weltkörpern, wie den Systemen, die sie bilden, eine solche Einrichtung gegeben hat, daß sie, wenn auch nicht immer, doch außerordentliche Zeiten hindurch bestehen können, wenn einmal ihre Bildungsverhältnisse sich geregelt und die gegeneinander wirkenden Kräfte ihre bestimmte Sphäre gewonnen haben. Man könnte denken, daß diese Stabilität deßwegen eintreten müsse, um eine sekundäre Organisation, zuerst eine Pflanzen- und Thierwelt, endlich das Dasein vernünftiger Wesen mit all seinen Folgen möglich zu machen. — Welche Ursachen den aus höhern Gründen wahrscheinlichen Untergang der Weltkörper endlich doch herbeiführen mögen, wird wohl noch lange verborgen bleiben; doch kann man schon jetzt vielleicht 2 oder 3 derselben vermuthen. Ist nämlich, wie sich mehr und mehr zu bestättigen scheint, in den Räumen des Sonnensystems ein Aether wirklich vorhanden, so ist die unausbleibliche Folge hievon eine Verzögerung der Bahnbewegung der Planeten, Monde und Kometen desselben, eine Schwächung ihrer Tangentialkraft, ein dieser proportionales, beschleunigtes Wachsen der Anziehungskraft der Sonne, hiernach ein Abnehmen der Apsidenlinien und ein Einsturz aller Weltkörper unseres Systems in die Sonne. — Man beginnt anzunehmen, daß die Sonne mit ihrem ganzen Gefolge sich durch den Raum um einen größern, vielleicht eben wegen ungeheuerer Masse, die das Licht gebunden hält, dunkeln, also unsichtbaren Centralkörper bewege. Ist nun außer dem Plane-

tensystem im Weltraum ein Aether vorhanden, so wird der vorige nur innerhalb unseres Systems geltende Grund der Zerstörung, auch für die Sonne selbst mit ihrem ganzen Gefolge vorhanden sein. Außer dieser äußern Ursache eines retardirenden Mediums läßt sich noch eine innere denken. Ist wie wir glauben, das Licht ein Lebensakt der Sonnen, so kann eine solche Steigerung dieses letztern eintreten, daß eine gänzliche Ueberwindung der Schwerkraft, in deren Folge eine Zerstreuung und Auflösung der ganzen Masse und ein Leuchtendwerden derselben erfolgt, welches uns als Verbrennung erscheint, und worauf jene neu entstandenen, hell aufleuchtenden und wieder verschwundenen Sterne hindeuten, von welchen bereits S. 205 die Rede war.

Ohne Zweifel ist der Weltraum mit einer ungemein feinen Masse erfüllt, welche die Materie in ihrer äußersten Verdünnung darstellt, die Nebelflecken bildet, und uns durch ihre mit der Verdichtung zunehmende Leuchtkraft sichtbar wird. Man nennt dieselbe Urmaterie, Nebelstoff, Aether. Schon die Alten, namentlich Platon haben das Dasein des Aethers angenommen. Eine andere Frage ist, ob auch die Räume zwischen den Körpern unseres Sonnensystems noch mit jener feinen Materie erfüllt seien? Sollte dieses der Fall sein, so müßte die mittlere Entfernung der Planeten wegen dem Hinderniß, das sie ihrer Bewegung entgegen setzt, fortwährend und gleichmässig abnehmen, die Excentrizität derselben vermindert, ihre Bewegung beschleunigt werden. Bei den Planeten, deren Dichtigkeit gewiß ungemein groß gegen jene des Aethers ist, läßt sich zwar bis jetzt aus den Beobachtungen keine Abnahme der Umlaufszeit folgern und nichts angeben, das auf einen solchen Widerstand zu schließen berechtigte. Bei den Kometen hingegen, Körpern von sehr geringer Dichtigkeit, kommen allerdings solche Erscheinungen vor; besonders zeigte der Enkesche Komet, welcher in den Jahren 1786, 1795, 1805, 1819, 1822 beobachtet wurde, solche Veränderungen seiner Bahn, welche sich nach Berücksichtigung aller Störungen nicht erklären lassen. Enke fand nämlich, daß sich seine Umläufe um etwas beschleunigt haben, und daß auch seine Excentrizität abgenommen hat: Verhältnisse, welche sich durch keine andere Annahme so gut erklären lassen, als durch die, daß des Kometen Bewegung einigen Widerstand leide. Brandes, welcher mit andern annimmt, daß die Schweife der Kometen durch eine abstoßende Kraft der Sonne entstehen, welche die Materie des Schweifes forttreibt, glaubt aus deren Gestalt die Annahme eines Aethers erschließen zu können.

Gleich in der Nähe des Kometen scheine der Schweif merklich hinter der Richtung zurückzubleiben, oder mehr zurückgebogen zu seyn, als es nach der Theorie seyn sollte, nach welcher die Axe des Schweifes, da wo sie sich an den Körper des Kometen anschließt, von dem nach der Sonne gezogenen Radius vector berührt werden müßte. Besonders aber scheint die Schwächung, welche das Licht während seiner Fortpflanzung durch den Himmelsraum erleidet, für das Dasein einer obwohl feinen, doch das Licht trübenden Materie im Weltraum zu sprechen. Olbers hat hierüber schöne Betrachtungen angestellt. Er nimmt vor allem das Weltall als unendlich an. Denken wir uns aber in die fernsten Weiten hinaus Sonnen über Sonnen, so kann es keinen Punkt am Himmel geben, der nicht einen Stern darböte, und das ganze Himmelsgewölbe müßte so leuchtend als die Sonne erscheinen, wenn das Licht ganz ungeschwächt zu uns käme. Einen solchen gleichförmigen Glanz beobachten wir nicht, aber dieses spricht nicht gegen die Unendlichkeit des Universums, denn eine ganz geringe Schwächung des Lichtes würde die Erscheinungen gerade so gestalten, wie wir sie wahrnehmen. Um dieß zu beweisen nimmt Olbers, allerdings willkührlich an, daß das Licht, indem es vom Sirius zu uns gelangt, nur um $\frac{1}{800}$ geschwächt werde, oder daß $\frac{799}{800}$ zu uns gelangen. Bei dieser Annahme würde das Licht in 84 Siriusfernen nur noch $\frac{9}{10}$, in 554 Siriusfernen nur noch $\frac{5}{10}$ seiner Intensität haben; in 1842 nur noch $0{,}1$, in 5523 — $0{,}001$ — in 19,203 Siriusfernen nur noch $\frac{1}{000/000}$. Hiezu kommt noch die Verminderung der scheinbaren Größe, so daß Sterne, die 554 Siriusweiten von uns abstehen, nur mit $\frac{1}{614/000}$ der Lichtstärke des Sirius erscheinen würden. Man setzt den Glanz der Atmosphäre bei einer heitern Vollmondsnacht etwa auf $\frac{1}{900/000}$ der Lichtstärke der Sonnenscheibe. Der Grund des Himmels würde uns nun so hell wie bei'm Vollmond erscheinen, wenn in 20,000 Siriusfernen ein dichtes Sonnengewölbe den Weltraum schlöße. Sterne in 30,000 Siriusfernen aber würden nur noch den 700,000 Theil des Lichtes geben, welches jeder Punkt des Himmels in einer heitern Mondnacht hat: das heißt, das Himmelsgewölbe würde uns eben so schwarz, wie in einer Mondlosen Nacht erscheinen, wenn es gleich in 30,000 Siriusfernen mit dichtgedrängten Sonnen besetzt wäre. — Abgesehen hiervon könnte eine solche Verminderung des Lichts auch durch Durchkreuzung, Interferenz der Lichtstrahlen entstehen. (Vergl. Art. Aether in Gehlers Wörterb. n. Bearb. 1. Bd.) Walz sucht in einer in der Biblioth. univ. Juin 1830, S. 113—138 enthaltenen Abhandlung die Dichtigkeit des im Weltenraume verbreiteten Aethers zu bestimmen, und giebt eine Formel für die wachsende Dichtigkeit desselben gegen die Sonne, so wie er mehrere aus

dem Vorhandensein eines Aethers folgende Verhältnisse berührt; z. B. die Begrenzung der Planetenatmosphären, Bildung der Kometenschweife aus Widerstand des gegen die Sonne dichter werdenden Aethers, Ursache des größern Glanzes eines Kometen in der Sonnennähe, erklärt aus der Rotation des Kometen und Pression seiner Atmosphäre. Valz sagt, es scheine außer Zweifel, daß die Nebelatmosphäre des Kometen von 1828 zwei Monate nach seinem Erscheinen auf den 16,750ten Theil ihres ersten Umfangs reduzirt worden sei; daß durch Annahme eines Aethers sich die Besonderheiten seiner letzten Erscheinung sehr gut erklären lassen; daß, wenn man dessen Dasein nicht annimmt, man die Grundlage aller physikalischen Wissenschaft: Uebereinstimmung der Erfahrung mit der mathematischen Theorie, selbst angreift, und somit im Widerspruche mit der Wahrheit steht. Nach Valz's Berechnung würde ein hypothetischer Komet, welcher in der Entfernung der Erde von der Sonne eine Nebelhülle hätte, die an Durchmesser gleich der Erde diesen = 1 gesetzt wäre, im Perihelium des Merkur nur noch 0,00186, in dessen Aphelium 0,04116, in der Entfernung der Venus 0,34369, hingegen des Mars schon 2,611, des Jupiter 9,638, des Uranus 14,102 Durchmesser haben. Ueber den Widerstand des Mediums, welchen die Weltkörper im Himmelsraume leiden, vergl. auch Gruithuisens Aufsatz in seinen neuen Analekten, 2ten Bds. 2tes Hft. S. 28. Im 1ten Hft. des 2ten Bds. S. 9—34 sucht G. die „Universalität einer einzigen wesentlichen atmosphärischen Substanz über allen Oberflächen der Weltkörper im Sternhimmel, und in den Räumen zwischen denselben" zu beweisen. Er tritt Melanderhjelms Annahme bei, daß alle Atmosphären der Weltkörper von einerlei Art und Beschaffenheit seien, und behauptet, daß die wesentlichen Bestandtheile der Universalatmosphäre, wie bei uns Sauerstoff und Stickstoff, die unwesentlichen die Metalloide und Metalle seien, aus welchen die festen Theile der Weltkörper gebildet wurden und noch gebildet werden, und daß die Gesammtheit all dieser Stoffe sich durch das Wort Aether ausdrücken lasse. Durch Elektrogalvanismus werde dieser brennend und leuchtend, und erscheine als Zodiakalschein, als Kometen- und Sternnebellicht. Wo nur immer das Fernrohr hinreiche, fänden Kombustionsprozesse der Stickstoff-Sauerstoffatmosphäre im ganzen Weltraum statt, die uns als Nebelflecken sichtbar würden, und manchmal, wie z. B. der Nebel im Orion, große Veränderlichkeit zeigten. — G. bemerkt sehr richtig, daß, da Alles was kein Licht spendet, uns verborgen bleibe, dieses auch mit dem chemischem Material der Fall sei, woraus die Weltkörperanfänge entstehen. Sofern einen kosmogenetischen Akt ein Oxydations- und Kombustionsprozeß begleite, könne er

sich dem bewaffneten Auge als merklich hellerer Himmelsgrund ankünden, und so den in Sterne nicht mehr auflösbaren, aber sehr veränderlichen Milchnebel Herschel's vorstellen, der daher vielleicht aus einer zahllosen Menge sich eben bildender Kometen bestehe. (Neue Anal. 1ten Bds. 6tes Hft. S. 32.)

Aus dem Aether, oder wenn man lieber will, der Nebelmaterie des Weltraums sucht nun W. Herschel die Bildung der Nebelflecken, Sonnen, Doppelsonnen zu erklären. Der über den ganzen Himmel ergossene, zarte, gestaltlose Lichtäther sei die erste Entwicklungsstufe. Als zweite betrachtet er die schon gesonderten, wenig deutlich begrenzten Nebel, welche das bewaffnete Auge schwach auf dunklerem Grunde hervorschimmern sieht. Besonders sind hieher die sehr veränderlichen beweglichen Nebel zu zählen. Zur dritten Stufe gehören die Nebelflecken mit deutlichem Umriß, zum Theil hellerem Glanz, aber ohne Einzelsterne. Sie zeigen große und schnelle Veränderungen; vielleicht indem sie entweder regelmäßiger Sternbildung entgegen gehen, oder Auflösungen zerflossener Sonnen darstellen. Bei den meisten kommt es schon zur Bildung eines dichtern, leuchtenden Kerns. Eine vierte Entwicklungsstufe stellen die Nebelflecken mit mehr kugliger Begrenzung dar, die schon einige leuchtende Einzelkerne einschließen, welche die schwächer leuchtende Hülle als gemeinschaftliche Atmosphäre zu einem Systeme verbindet. Sehr häufig sind zwei solcher Nebelkugeln zu Doppelnebeln verbunden durch ein Nebelband, und es bilden sich aus ihnen entweder Doppelsterne, oder es gelingt dem einen alle Materie an sich zu reißen, deren Rest er oft als Schweif, Fächer, Spindel ꝛc. nach sich zieht. In einer fünften Entwicklungsstufe haben die beiden Lichtkerne solcher Doppelnebel schon wirkliche Sterngestalt gewonnen. Wahrscheinlich sind sämmtliche Doppelsterne auf diese Weise entstanden. Als ein eigenes sechstes Entwicklungsmoment (das aber nicht etwa aus dem vorigen folgt) betrachtet H. die Einzelsonnen, welche theils ungleich zerstreute Sternhaufen, theils dichte Haufen von größern oder kleinern Sternen, theils sehr gedrängt stehende reiche Sternhaufen bilden. Die planetarischen Nebelflecken glaubt Herschel aus einem sehr verdünntem Leuchtend-Flüssigem gebildet, womit ihr gleichförmiges Licht gut übereinstimmt.

Was die Bildung unseres Sonnensystems betrifft, so übergehen wir jene ältern Hypothesen von Deskartes, Büffon ꝛc., die wirklich jetzt nur noch der Literargeschichte angehören. Von den neuern betrachten wir vor allen die von Laplace aufgestellte. (Darst. d. Weltsyst. a. d. Franz. v. J. K. F. Hauff, Th. II. S. 326 ff.) L. erkennt in den übereinstimmenden Bewegungen der Sonne, der Planeten und ihrer Monde die Wirkung einer

regelmäßigen Ursache, die alle diese Körper umfaßt haben muß, und wegen ihrer außerordentlichen Entfernung von einander nur ein Fluidum von unermeßlicher Ausdehnung gewesen sein kann. Dieses mußte jene Weltkörper als Atmosphäre umgeben haben, um ihnen eine beinahe kreisförmige Bewegung um die Sonne nach einerlei Richtung verleihen zu können. Man muß also denken, daß in Folge sehr großer Erhitzung die Sonnenatmosphäre anfänglich über alle Planetenbahnen hinausgereicht, und sich erst allmälig auf ihre gegenwärtige Grenze zurückgezogen habe. L. meint, daß diese außerordentliche Ausdehnung und Zurückziehung durch ähnliche Ursachen bewirkt sein könne, wie das helle monatlange Leuchten und spätere Erlöschen des 1572 von Tycho de Brahe in der Kassiopea beobachteten Sterns. Die große Exzentrizität der Kometenbahnen zeige klar, daß sehr viele minder exzentrische Bahnen verschwunden seien, was eine über die Sonnennähe der Kometen hinausreichende Sonnenatmosphäre voraussetze, wobei diejenigen Kometen, welche sie durchschnitten, durch allmälige Vernichtung ihrer Bewegungen mit der Sonne vereinigt wurden. Es könne also jetzt nur solche K. geben, die während jener Zeit jenseits der Sonnenatmosphäre waren, (L. kannte nämlich damals noch keine K. mit kurzer Umlaufszeit, wie jene von Enke und Biela) und da man nur solche beobachten kann, die in ihrem Perihel der Sonne nahe genug kommen, so müssen ihre Bahnen sehr exzentrisch und ihre Neigungen so unregelmäßig sein, als wenn sie aufs Geradewohl hingeschleudert worden wären, da die Sonnenatmosphäre hierauf keinen Einfluß gehabt hat. Was die Planeten betrifft, so würde der Wiederstand jener Atmosphäre, wenn sie in selbe gekommen wären, sie auf die Sonne geworfen haben; sie sind daher vermuthlich an den successiven Grenzen dieser Atmosphäre durch die Verdichtung der Zonen entstanden, welche dieselbe beim Erkalten und Dichterwerden auf der Sonnenoberfläche in deren Aequatorialebene absetzen mußte. Die Monde sind wahrscheinlich auf ähnliche Weise aus den Planetenatmosphären entstanden. Aus diesen Voraussetzungen, welchen die Saturnsringe neue Wahrscheinlichkeit geben, lassen sich natürlich erklären: 1) die Bewegungen der Planeten nach einerlei Richtung und beinahe in einerlei Ebene; 2) die Bewegungen der Monde nach gleicher Richtung und beinahe gleicher Ebene mit jenen der Planeten; 3) die Axendrehung der Planeten, Monde und der Sonne in einerlei Richtung mit den Wurfsbewegungen der erstern, und in wenig verschiedenen Ebenen; 4) die geringe Exzentrizität der Mond- und Planetenbahnen; 5) die große Exzentrizität der Kometenbahnen. Wie übrigens auch der Ursprung des Planetensystems sich verhalten möge, so seien seine Elemente sicher auf

solche Art geordnet, daß es die größte Beständigkeit behaupten müsse, wenn diese nicht durch äußere Ursachen gestört werde. — Cacciatore's Genesis des Sonnensystems gleicht sehr der von Laplace aufgestellten. Er nimmt jedoch an, daß die Planeten ihren Ursprung einer Explosion aus der Sonnenmasse verdanken. Die in Luftform von der Sonne ausgestoßenen Stoffe bildeten anfangs eine unermeßliche Atmosphäre, welche ihr bei der Axendrehung folgen mußte. Durch das Erkalten zerfiel sie in mehrere Zonen, aus welchen sich die Planeten formten, ohne sich von dem Aequator der Sonne zu trennen, und ohne aufzuhören, sich nach derselben Richtung zu bewegen. Diese Sonnentheilchen, obgleich nun in Planeten vereinigt, besitzen hiernach noch immer dieselben Kräfte, wodurch die besondern Bewegungen der Planeten bewirkt werden. (Bull. d. sc. mathem. et phys. nro. 4. p. 274.)

Laplace's Hypothese ist in neuester Zeit durch A. Comte näher ausgeführt worden in einem im Januar 1835 vor der Akademie zu Paris gelesenen Memoire. Die Sonnenatmosphäre war sonst bis über die Uranusbahn hinaus ausgedehnt, und rotirte mit der Sonne sehr langsam. In verschiedenen Phasen der Erkaltung sonderten sich Gaszonen von ihr ab, aus denen sich die Planeten bildeten, die nun fortfuhren in der nämlichen Zeit um die Sonne zu laufen, welche diese bei der Bildung der jedesmaligen Planeten zu ihrer Rotation nöthig hatte. Auf ähnliche Weise sonderten sich die Monde aus den Planetenatmosphären ab. Mit der Erkaltung und Verdichtung der Sonnenatmosphäre nahm ihr Umfang immer mehr ab, und die Rotation der Sonne wurde immer schneller, woraus sich die schnellere Bahnbewegung und größere Dichtigkeit der sonnennähern Planeten erklärt. Comte findet diese Voraussetzungen durch den Kalkul bestätigt, und entwickelt durch denselben, daß z. B. die Sideralumwälzung des Mondes genau so lange dauert, als eine Erdrotation dauern würde, wenn unsere Atmosphäre bis zur Mondbahn reichte; dasselbe Verhältniß fände bei den Monden der übrigen Planeten statt. Wäre die mathematische Grenze der Sonnenatmosphäre merklich unter ihrer jetzigen wirklichen Ausdehnung, so dürfe man noch die Formation eines neuen Planeten inner der Merkursbahn hoffen. Die mathematische Grenze der Sonnenatmosphäre betrage aber 36 Sonnenhalbmesser, also viel mehr als die jetzige Ausdehnung derselben, woraus folge, daß die Bildung des Sonnensystems vollendet sei. (l'Institut, 1835. p. 31. sq.)

Eine der am besten (auch mit Rücksicht auf Physik und Chemie) durchgeführten neuern kosmogenetischen Hypothesen ist unstreitig die Aggregationstheorie Gruithuisens, deren erste Keime bereits v. Zach und Marschall v. Bieberstein gegeben haben. G. hat sie nach und nach immer mehr ausgebildet,

wie die in seinen Analekten für Erd- und Himmelskunde niedergelegten Aufsätze zeigen, und im 1sten Bd. 3tes Heft S. 1 ff., 4tes Heft S. 1 ff., 6tes Heft S. 45 ff. der neuen Analekt. eine vollständige Darstellung seiner Ansicht gegeben, deren Grundsätze hier folgen. G. glaubt, die Aggregationstheorie gehe aus dem tiefsten astronomischen Kalkul hervor, indem nach Laplace der Widerstand, welchen die Weltkörper unseres Systems durch den Aether erleiden, eine Verminderung der großen Axen ihrer Bahn, hiernach ihrer mittlern Entfernungen von der Sonne, eine Beschleunigung ihrer Bewegung, eine Annäherung der Bahnellipsen an den Kreis, — und endlich ein Einstürzen derselben in die Sonne verursachen müssen. G. beruft sich in empirischer Rücksicht auf Herschels Beobachtungen der Bildung der Nebelflecken, welche eben durch Aggregation vor sich gehe. Die Rechtläufigkeit der Planeten hänge ursprünglich von der Rechtläufigkeit der Sonne im Weltraum ab. Einen dritten anschaulichen Beweis liefern der Bau des Mondes und der Erde. — G. berechnet die Verdünnung des ursprünglichen Bildungsstoffes, indem er die Masse des ganzen Sonnensystems in einem sphärischen Raume vom Halbmesser, welcher der halben Entfernung des Sirius gleich zu sein scheint, auseinander dehnt, und findet, daß $^{13}/_{1/000/000}$tel eines Grans dieser Substanz in einer Kubikmeile Himmelsraum enthalten war. Die so verdünnten chemischen Elementarstoffe bildeten eine ganz durchsichtige Auflösung im Sauerstoff und Wasserstoff; der Prozeß der Weltbildung beginne mit Oxydation und Wassererzeugung. Hiemit sei leichte Licht- und Wärmeentwicklung verbunden, wodurch der Chemismus befördert werde; es beginne das Zusammenballen der chemischen Niederschläge, und mit ihm die besondere Wirkung der Schwerkraft. Hieraus müssen nun alle jene Phänomene entstehen, wie sie W. Herschel von seinem allgemeinen milchigen Lichtnebel angefangen, bis zum Nebelfleck, planetarischen Nebelfleck, Nebelstern und reinen Stern beobachtet habe. Da der Oxydationsprozeß der schnellste und häufigste ist, so bilden sich die Sonnen am ersten; der zahlreiche Schwarm der Kometen muß sich größtentheils zu Planeten vereinen und von der Sonne verschlucken lassen. Die chemischen Produkte des Wasserstoffs stellten die Meteormassen dar, denen das Wasser fehle, und die den Sonnen zum Feuerungsmaterial dienten. Durch Wirkung der Schwerkraft entständen eine Menge von stets wachsenden Kugeln, tief eingehüllt im Wasser, welches durch den Oxydationsprozeß gebildet wurde. Kleinere Kugeln versenken sich in größere, und lassen abgestreifte Rindenringe zurück, wodurch die ganze Masse gegen den Umfang ausgedehnter, gegen die Mitte hin dichter wird. Je größer ein Weltkörper wird, desto vollkommener gestaltet sich seine

Kugelform, weil die Kohäsion immer mehr durch die Schwere überwunden wird, und die ganze große Masse sich wie ein leicht zu formender Teig verhält. Die zahllosen Ringgebirge des Mondes seien nur die Rindenringe der in ihn versunkenen Weltkörper, und das, was bei uns die sogenannte Urgebirgsformation ausmacht. Die Centralgewölbe des Mondes seien Stücke der jedesmal eingesunkenen Kugeln, und zeigten sich immer, wenn sie nicht durch Zerbrechen oder Auflagern von alluvialen Erdarten unkenntlich geworden seien. Auf der Erde seien die Centralgewölbe entweder hoch angefüllt mit diluvialem Schutt, oder mit Meer bedeckt; nur ein einziges Ringgebirge mit seinem Centralgewölbe habe sich noch vollkommen erhalten; es sei der Jomdro- oder Paltesee in Budtan; weniger deutlich seien die Inseln Amsterdam, Deception, Santorin, Columbretes. Auch die Ringgebirge von Cashemir, Chiwa, Urmia, Fezzan, Gondar, Arkadien, Titicaca, Nicaragua u. a. schienen hieher zu gehören. Als Theile großer Ringgebirge der Erde sprächen sich aus: die Aleuten, Antillen, Nipon mit dem gegenüberliegenden weißen Berg und Korea, die Lieu-Kiu, die Kurilen, die ostindischen Inseln, Sandwichinseln, Canarien, Azoren, Inseln des grünen Vorgebirgs u. a. Zu den großen Gebirgsbögen der Erde gehörten die Alpen, Apeninnen, Karpathen, Himalehs, peruanischen Kordilleren rc. Bei allen, wie auf dem Monde, ständen die Schichten der Urgebirge meist vertikal, strichen ganz parallel mit dem Gebirgszuge selbst fort, und zeigten in den größten ersenkten Tiefen eben dieselbe Beschaffenheit, wie in den Höhen. Auf der Erde sei alles großartiger als auf dem Monde, und wegen der gewaltigeren Schwerkraft seien die Ringgebirge auf ihr viel mehr zerbrochen und zerstückelt. Wenn man in eine weiche Masse eine Kugel werfe, werde zunächst an dieser etwas von der Masse aufsteigen. So erhebe sich auf der konvexen Seite der Urgebirgskurven der Boden schon in einiger Entfernung und bilde Hügel und Vorberge. Dem Monde fehle die vulkanische Formation; auf der Erde falle sie meistens in die innere Versenkungsfuge. G. schildert und berechnet die Erscheinungen, welche ein hypothetischer Komet von der halben Masse des Mondes und gleicher Dichte mit selbem vor seiner Vereinigung mit der Erde zeigen müßte. Bei einer Entfernung der Mittelpunkte beider Körper von 9003/9 g. Meilen würde derselbe 2° 36′ 52″ groß erscheinen, und in 48 Stunden einen Umlauf um die Erde machen. Bei 1396/5 M. Entfernung würde der Umlauf nur noch 3 Stunden währen und der Komet 38° 14′ 54″ groß erscheinen. Lange vor der Versenkung würde schon der Ocean sich aufthürmen und in einem breiten Gürtel zweimal bei jedem Umlaufe über die Erde wüthen. Durch die Eroberung eines

neuen Weltkörpers würde der Schwerpunkt der Erde verrückt, der durch das fremde mitgebrachte Meer vergrößerte Ocean müsse sich versetzen, wobei viele sonst unter Wasser gestandene Länder trocken gelegt, trockene überfluthet würden. Beim Versinken müsse in den Tiefen der Erde große Pression und Reibung erfolgen. So habe sich an Stellen auf der Erde, wo die Urfelsschichten und Flötzgebirge aneinander grenzen, eine die Einsinkung sehr befördernde Zerdrückungsmasse „Diarregmith“ und Zerreibungsmasse „Syntribolith“ gebildet, die beide zwischen den Versenkungsfugen und Urgebirgsringschichten in stark erhitztem Zustande heraufgepreßt wurden. Alle bilden Kuppel- oder Kegelberge ohne Krater, wenn sie tief unter dem Urmeere aufsteigen, und Krater, wenn ihr Aufsteigen in der Luft geschah. Hieher scheinen zu gehören der Massen-Granit, Porphyr, Basalt, Traß und die Lava. Konnte das Zerriebene sogleich vom Wasser aufgenommen werden, so bildeten sich Breccien und geschlemmte, sandartige Schichten, wie Grauwacke, Todtliegendes und rother Sandstein. Die sehr hohen Fluthen haben die Urthäler und niedrigen Flächen mit Bergschutt aufgefüllt, und die isolirten Granitblöcke auf Flötzgebirge und Flachländer umhergetragen, entweder vermöge des spezifischen Gewichts des Urwassers, oder durch Gletscherfahrten, oder durch beides zugleich. — Bieberstein glaubt, daß mit den fremden Weltkörpern auch deren Organismen mitkommen konnten, von denen man einen Theil in den Gesteinsschichten der Erde vergraben fände, was Gruithuisen wegen den gewaltigen beim Einsturz erfolgenden Katastrophen und besonders der großen Veränderung aller Lebensverhältnisse nur in seltenen Fällen für möglich hält. — Gruithuisen glaubt, die so wichtige Erscheinung der Rechtläufigkeit der Planeten und Monde auch aus der Aggregationstheorie erklären zu können. Eine Sonne mit ihren sich bildenden, recht- und verkehrtläufigen Planeten und Kometen müsse eine Bewegung durch den Weltraum haben, gegen andere sogenannte Fixsterne gravitiren, und ihr ganzes Gefolge in einer krummen Linie mit sich führen, die indeß bei verschiedentlich wechselnden Gravitationsverhältnissen in den meisten Fällen keine wahre Kegelschnittslinie sein könne. Die verkehrtläufigen Weltkörper, welche sie begleiteten, hatten indeß immer größere Exzentrizitäten bekommen, weil wegen der vorausgeeilten Apside und der Krümmung der Sonnenbahn die Sonnennähe eher erfolgte, als der Weltkörper die der Sonnennähe angehörende Geschwindigkeit hatte. Die Bahnen mußten sich hiebei durch das Hinderniß des Mediums fortwährend verengern, so daß endlich die Perihelien der rückläufigen Körper auf die Oberfläche der Sonne fallen, und ihr Versinken in sie erfolgen mußte. Bei allen dem blieben noch

mehrere verkehrtläufige, mittelgroße Weltkörper (Kometen) übrig, welche ihre verkehrtläufige Bewegung in einer weiten Ellipse deßhalb beibehielten, weil die rechtläufigen größern Planeten, wenn jene nur etwas kleinere Bahnen hatten, in diesen Bahnen durch Störungen die Exzentrizitäten immer um nahe so viel verkleinern mußten, als sie durch die Sonne vergrößert wurden. Hatten sie aber etwas größere Bahnen, und kamen in die Mondfangsphäre der Planeten, so wurde auch von diesen die Exzentrizität so lange fort vergrößert, bis sie wegen des Mediumshindernisses senkrecht in sie stürzen mußten. So und durch den seltenern, direkten Anstoß wurden alle verkehrtläufigen Weltkörper bis auf jene aufgezehrt, welche eine fast gleich große, jedoch etwas kleinere Bahn hatten, als die größern rechtläufigen Planeten, welche erstern nach dem dritten Kepler'schen Gesetze von diesen letztern auch gefangen werden, und um sie als Monde laufen mußten. (Diesen Gedanken, daß kleinere Weltkörper von größern gefangen und gezwungen wurden, als Monde um sie zu laufen, hat schon Späth ausgesprochen. S. Kastner's Meteorol. II. 1. S. 358.) Alle rechtläufigen Planeten, seien sie auch noch so klein, bleiben für sich Planeten, wobei Gruithuisen die Möglichkeit behauptet, daß Kometen in Planeten sich umwandeln könnten. So erfolge die überwiegende Rechtläufigkeit der Körper unseres Systems mit aller Evidenz aus der Aggregationstheorie und in Folge eines die Bewegung hindernden Mediums. — G. glaubt, daß der Ring des Saturns entstehen konnte, wenn ein sehr tiefes Meer die Kugel bedeckte. Die in dasselbe gefallenen Weltkörper mußten sich in einer gewissen Tiefe wegen des großen Wasserdrucks schwebend erhalten, und sich wegen der Axendrehung alle um den Aequator der Kugel ansammeln. Da bei Wasserkugeln von 36—40,000 M. Durchm. Sonnen- (oder Verbrennungs-) Prozeß in der Wolkensphäre nicht ausbleiben konnte, so wurde des Wassers immer weniger und der Ring erhob sich nach und nach auch mit seinem innern Rand über dasselbe. (Anal. für Erd- u. Himmelskunde 3tes Hft. S. 48.) Nach G. wäre der Mond ein rückläufiger Planet gewesen, welcher sich innerhalb der Erdbahn um die Sonne bewegte. So sei es auch mit allen andern bekannten Satelliten, welche rechtläufige Bahnbewegungen haben, denn alle müssen auch immer dem Hauptplaneten die gleiche Seite zukehren. Waren sie verkehrtläufige Planeten, Asteroiden, Kometen, so hatten sie auch eine verkehrtläufige Axendrehung. Als Monde waren aber ihre Bahnen rechtläufig geworden, während die vorige verkehrte Axendrehung sich fortsetzte. Die Ursachen, welche die Bahnen rechtläufig machten, wirkten der nachherigen verkehrten Axendrehung so lange entgegen, bis sie endlich stillstand. Aber zur rechtläufigen Axendrehung

war der Mond darum nicht zu bringen, weil bei so kleinen Weltkörpern wie er, irgendwo eine größere Dichtigkeit in der Nähe der Oberfläche sehr überwiegend ist. Der Mond hat also in der Mitte der uns zugekehrten Seite (wie dieß schon Newton behauptete) eine beträchtlich dichtere Stelle, oder (was weniger glaublich ist) er ist hier erhabener. — G. glaubt, der Mond sei ein sehr alter Planet, dessen Meer sich in den Weltraum verloren habe. Er müsse einst ein sehr großes Meer gehabt haben, da sich seine Gebirge bis an die höchsten Gipfel zerfressen zeigten. Jetzt sei auch auf der abgewendeten Seite kaum ein Meer vorhanden, da man noch nie Dünste an den Rändern herüberkommen gesehen habe. Da der Mond wahrscheinlich das Kometen-, Asteroiden- und Planetenalter durchgemacht habe, so konnte es ihm auch nie an Organismen gefehlt haben und fehlen. (Neue Anal. 2tes Hft. S. 18 ff.) — Die große Hartnäckigkeit mit welcher sich die Axenstellungen der Planeten behaupten, glaubt Gruithuisen allein in ihrer Rotation zu finden. Zu diesem Gedanken gab ihm Arago's Versuch mit der gedrehten Kupferscheibe, die er frei in der Hand hielt, Anlaß: man muß beträchtliche Kraft anwenden, um die doch nur durch die Hand gehaltene Axe der sich schnell drehenden Scheibe aus der einmal angenommenen Richtung zu bringen. Die Bohnenberger'sche Maschine stellt diese feste Stellung der Axe eines gedrehten Körpers recht anschaulich dar. — Was die Mondenstellung, und mit ihr ohne Zweifel auch die Stellung der Drehungsaxe des Uranus besonders betrifft (die so ist, daß sie gar nicht eine zu unserem System gehörige zu sein scheint) so meint Gruithuisen, sie möge vielleicht durch lange gemeinschaftliche Einwirkung großer Fixsterne, die nahe in der Fläche der Mondbahnen liegen, bewirkt sein. Es sei ja sonderbar, daß Sirius, Beteigeuze, Capella, Wega, Atair und Canopus nahe in der Fläche der Uranus-Mondsbahnen liegen, und daß die Fläche der Milchstraße nur wenig, und zwar bloß durch ihre Krümmungen davon abweicht. (Neue Anal. 1tes Hft. S. 41.)

Ueber Entstehung und allmälige Ausbildung der Kometen und Herschels und Laplace's Meinung hierüber vergl. Gehler's Wörterb. 5ter Bd. S. 954. — In Bezug auf Entstehung des Mondes machen wir noch auf 2 Umstände aufmerksam. Vermöge der Rechtläufigkeit der Planeten hat jeder Punkt der eben der Sonne zugekehrten Hälfte eines Planeten eine doppelte Bewegung. Einmal bewegt er sich in der Bahn von W. nach O., dann bewegt sich eben jene Hälfte durch die Rotation von O. nach W., also in entgegengesetzter Richtung. Dieselbe ist um so größer, je weiter der betrachtete Punkt von dem, in Rücksicht auf die Rotation ruhenden Mittelpunkte, z. B. der Erde entfernt ist. Es muß daher

in dieser der Sonne zugekehrten Hälfte auch irgend einen Punkt geben, dessen jährliche östliche Bewegung genau gleich der täglichen westlichen ist, und der daher während der doppelten Bewegung des Planeten, als gänzlich ruhend betrachtet werden kann. Dieser Punkt heißt **Mittelpunkt der freien Rotation**, und seine Entfernung vom Mittelpunkte des Planeten ist gleich $0{,}4$, dividirt durch die Entfernung des hypothetischen ursprünglichen Stoßes vom Mittelpunkt, durch welchen ein Planet seine Rotation erhielt. Diese beträgt bei der Erde $0{,}006$, die Distanz des ruhenden Punktes ist also gleich $\frac{0{,}4}{0{,}006}$ oder $66{,}6$ Halbmesser der Erde, fällt also weit außer die Erde, zwischen sie und die Sonne. Beim Monde ist sie gleich 200 seiner, oder etwa 60 Erdhalbmesser, also seiner mittlern Entfernung von der Erde. Dieser Punkt fällt daher für den Mond etwa in den Mittelpunkt der Erde; eine tiefe und geheimnißvolle Beziehung desselben zu ihr. — Daß der Mond der Erde beständig dieselbe Seite zukehrt, erklärt man daraus, daß zur Zeit seiner Entstehung, wo er noch flüssig war, die Erde den ihr nächsten Punkt unter allen am stärksten angezogen, und ihn sich mehr genähert habe, wodurch die Oberfläche des Mondes die Gestalt eines Ellipsoids erhielt, dessen kleinste Axe die Rotationsaxe, dessen größte gegen die Erde gekehrt war. Hätte auch der primitive Stoß, welcher dem Monde seine Bewegung gab, seine drehende und fortschreitende Bewegung nur nicht zu sehr verschieden gemacht, so würde durch die Anziehung der Erde die große Axe des Mondellipsoids, welche sich jeden Augenblick von der Richtung nach dem Erdmittelpunkte zu entfernen strebt, immer wieder in ihre frühere Lage zurückgebracht, wie ein schwingendes Pendel, so daß also der Mond eine **wahre** Libration mache, die aber sehr gering sein muß, da sie noch nicht beobachtet werden konnte.

Wir haben schon einmal der merkwürdigen Zunahme der Planetenentfernungen von der Sonne nach einem bestimmten Gesetz gedacht. Setzt man die Entfernung des

Merkur $= 4$, so ist jene von
Venus $= 4 + 3 = 7$
Erde $= 4 + 3 \times 2 = 10$
Mars $= 4 + 3 \times 4 = 16$
Asteroiden $= 4 + 3 \times 8 = 28$
Jupiter $= 4 + 3 \times 16 = 52$
Saturn $= 4 + 3 \times 32 = 100$
Uranus $= 4 + 3 \times 64 = 196$.

Die Lücke, welche **vor** der Entdeckung der Asteroiden zwischen Mars und Jupiter bestand, fiel schon Kepler auf, und erweckte die Vermuthung, daß in jenem Raum noch einer oder mehrere Planeten vorhanden wären; eine Vermuthung, die durch Ent-

deckung der 4 kleinen intermediären Planeten zur Wahrheit erhoben wurde. Schon oben theilten wir Comte's Beweis für die Nichtexistenz eines der Sonne noch nähern Planeten inner der Merkursbahn mit. Sollte über Uranus hinaus noch ein Planet vorhanden sein, so müßte seine Entfernung nach der angegebenen Proportion des Wachsens, wenigstens 776 Millionen Meilen betragen. Die Kometen von Halley und Olbers haben nun ihre Aphelien in dem Raume zwischen der Uranusbahn und der Bahn, die ein noch entfernterer Planet beschreiben würde. Der Komet von Halley ist verkehrtläufig; alle Planeten und Monde sind rechtläufig. Littrow glaubt, daß diese beiden Kometen auch zur Zeit der Entstehung des Planetensystems sich schon jenseits der Grenzen der damaligen Sonnenatmosphäre befunden haben, weil sonst die Bahn des Halley'schen Kometen eine rechtläufige geworden oder er verschluckt worden wäre; daß er daher außer derjenigen Wirkungssphäre sich befunden habe, in welcher Planeten entstehen konnten, und daß deßhalb über Uranus hinaus kein fernerer Planet mehr existire. (Wund. d. Himm. S. 362.) So wäre also nach unsern bisherigen Kenntnissen das System unserer Sonne als ein abgeschlossenes und vollendetes anzusehen.

* * *

Wir verweilten — vielleicht zu lange — bei einem Gegenstande, welcher von hohem Interesse, jedoch seiner Natur nach der Beobachtung mehr als andere entrückt ist. Mehr als irgendwo tritt uns hier das Unendliche mit erschütternder Gewalt, mit riesenhaften Verhältnissen in Masse und Zeit entgegen, und unser Geist, zu wenig beachtend die Beschränktheit der äußern Mittel, wohl auch die Grenzen seines Erkennens, füllt die Lücken der Erkenntniß nur zu gerne, oft fast unbewußt, mit Vermuthungen aus. Diejenigen, welche deßhalb zum Tadel geneigt sind, welche immer eine Beschränkung auf das Erfahrungsmäßige, auf das sinnlich stets Zugängliche fodern, mögen sich fragen ob sie denn im Bereich ihres engern Kreises bereits alle Tiefen erschöpft, alle Zweifel gelöst, alle Hypothesen aus ihren Erklärungen entfernt haben? Nach unserer Meinung ist dieses keineswegs der Fall. Wenn wir einmal vermögen, die Bildung eines Krystalls, oder das Wachsen eines Grashalms, — Verhältnisse, die man doch seit Jahrhunderten beobachtet hat und alle Tage beobachten kann, — ohne Vermuthungen zu erklären, und sinnlich zu

demonstriren, dann, aber nicht eher, wollen wir jene tadeln, welche, wo uns mehr als irgendwo die sinnliche Anschauung verläßt, zur geistigen ihre Zuflucht nehmen, und nach Denkgesetzen konstruiren, wo keine mechanischen ausreichen wollen.

Nachfolgende wenige Bemerkungen, welche wir nur als Anregung zur Forschung aufgenommen sehen möchten, sollen dieses Hauptstück beschließen. Wir haben im Sonnensysteme die merkwürdige Erscheinung vor uns, daß 11 Planeten und 18 Monde, also 29 heterogene Individualitäten (von den Kometen nicht zu sprechen) trotz aller speziellen Verschiedenheit zu einem harmonischen Ganzen vereinigt sind. Während von Laplace nur die Erkaltung und Verdichtung, von Kant und Gruithuisen nur Anziehung und Aggregation als Grund der Planetenbildung angegeben werden, möchten wir die Frage aufwerfen, ob dieselbe nicht vielmehr als Produkt einer nothwendigen Evolution der gleichartigen Sonnenmasse, als ein Differenziren derselben anzusehen sei, welches auf ähnliche Weise erfolgte, wie der Keim eines sekundären Organismus in bestimmter Zeit der Entwicklung in seine Organensysteme auseinander tritt. Es ist nicht nur möglich, sondern höchst wahrscheinlich, daß sich einmal vorhandene Weltkörper durch Aggregation vergrößern; nie wird aber das regelmäßige Wachsen der Entfernungen und Dichtigkeiten, wie man sie in unserem Systeme bemerkt, aus bloßer Aggregation erklärlich sein. In den Distanzen der Planeten von der Sonne sind Verhältnisse ausgesprochen, jenen der Schwingungsknoten einer tönenden Seite vergleichbar, — in ihren Dichtigkeiten ist im Ganzen genommen eine beständige Abnahme von den Sonnennächsten zu den Sonnenfernsten vorhanden. — In der Entwicklung der sekundären Organismen, z. B. der Thiere bemerken wir, daß der Keim zuerst aus einer homogenen Masse besteht, von all den verschiedenen Organen und den meisten Stoffen, welche später sich entwickeln, nichts vorhanden ist, und sie erst im Fortschritt der Bildung, durch Wirksamkeit der im Keime verschloßenen gestaltenden Seele immer deutlicher, geschiedener und bestimmter hervortreten. Wir denken, daß auf analoge Weise auch das Planetensystem aus der

ursprünglich gleichartigen Sonnenmasse sich entwickelt habe. Es wird von den Gliederungsmomenten einer Sonnenurmasse abhängen, ob und in wie viele Planeten sie zerfallen soll. So hängt es von den Gliederungsmomenten eines Thierkeimes ab, und von dem Reichthum von Ideen und Richtungen, welcher in seiner bildenden Seele verschlossen ist, wie viele Organensysteme, Körperabtheilungen rc. das aus ihm entwickelte Thier haben wird. Es kann auch Sonnensysteme geben, welche aus viel zahlreichern Gliedern bestehen, viel komplizirter sind als das unsrige; es kann solche geben, wo nur ein einfacher Gegensatz eingetreten ist, daher 2 Körper ein System bilden, wie wahrscheinlich viele Doppelsterne, — während manche Sonnen für sich allein existiren, wenn es in der Urmasse, aus welcher sie entstanden sind, zu keiner Differenzirung, zu keiner Gegensatzbildung gekommen ist. Man möchte sagen, in unserem Sonnensysteme hätten sich von dem ursprünglichen Prinzipium, dem Heliodämon, untergeordnete Weltprinzipien als Hermodämon, Geodämon, Chronodämon u.s.w. abgelöst, die auch in ihrer Trennung und ihrem Gegensatze zur Sonne noch ihre Abhängigkeit und ihren gemeinschaftlichen Ursprung offenbaren, wie denn in der Axendrehung und Bahnbewegung ein beständiges Suchen und Fliehen ausgedrückt ist, Selbstständigkeit und Abhängigkeit. Nach Laplace würde sich die Zeit des Umlaufs nach der ehemaligen Rotationszeit der Sonnenatmosphäre richten, sich sonach auf den allgemeinen Ursprung beziehen; die Rotationszeit der Planeten, welche desto langsamer wird, je schneller die Bahnbewegung vor sich geht, scheint sich hingegen, wie wir glauben, mehr nach ihrer individuellen Natur regulirt zu haben. — Bei den Asteroiden, welche an der Grenze zweier sehr verschiedener Ordnungen von Planeten entstanden sind, traten 4 an Kraft fast gleiche Prinzipien auf, weßhalb es zu keiner Darstellung eines bedeutendern Weltkörpers, sondern 4 kleinerer kam. Bei der Bildung des Saturnsringes mochte die atmosphärische Schichte, aus welcher sich noch ein oder mehrere Monde hätten bilden sollen, vielleicht in Folge der übermächtigen Anziehung des Hauptplaneten zu früh erstarren,

weßhalb sie jetzt als Ring um ihn rotirt. Alles Angegebene findet seine Anwendung eben so gut auf die untergeordneten Systeme, welche die Erde, Jupiter, Saturn und Uranus mit ihren Monden bilden. Es scheint wirklich nach einigen merkwürdigen von G. H. Schubert (Gesch. d. Nat. S. 191) hervorgehobenen Verhältnissen, als wenn sich die Monde gleichsam als Gegenbilder der Sonne für ihre respektiven Planeten entwickelt hätten. Von der Sonne aus gesehen erscheinen alle Mondgebiete etwa gleich groß, als Kreise von nahe 17′. Der Durchmesser aller Mondgebiete ist = $1/_{400}$ des Durchmessers der Bahn des jedesmaligen Hauptplaneten. Unser Mond, von der Erde aus gesehen, gleicht an scheinbarer Größe dem Sonnenbilde, ist nahe eben so viele eigene Halbmesser entfernt als die Sonne, und braucht eben so lang zu einer Axendrehung als sie. Auch die äußersten Monde des Jupiter und Saturn erscheinen von ihren Planeten eben so groß als die Sonne, und stehen so viele eigene Halbmesser von jenen ab, als die Sonne eigene Halbmesser von ihren Hauptplaneten.

Die verschiedenen Stufen und Wesen der Natur sind streng genommen nur sich selbst gleich, und können mit andern nicht in Parallele gestellt werden. Wenn aber ein Parallelisiren verschiedener Dinge auch nicht ihr Wesen durchsichtig macht, so erleuchtet es sie wenigstens. Sollen wir ein Gleichniß, eine Analogie in der uns näher liegenden Schöpfung mit einem Sonnensysteme geben, so möchten wir als solches die Familie bezeichnen. So sind alle Planeten und Monde unseres Systems aus der Sonne hervorgegangen, aber nicht aus der Sonne wie sie gegenwärtig besteht, sondern aus der Sonnenurmasse, aus welcher sie selbst sich erst zu ihrer gegenwärtigen Beschaffenheit entwickelt hat. Die Sonne ist daher das älteste und das jüngste Glied ihrer Familie; das älteste, weil von ihrer Masse sich die Planeten ablösten, das jüngste, weil sie ihre gegenwärtige Größe, Dichtigkeit und ihr intensives Licht erst erlangt hat, nachdem während ihrer allmäligen Verdichtung sich die Planetenmassen abgelöst, Uranus zuerst, Merkur zuletzt, und zu selbstständigen Weltkörpern gestaltet hatten. So wurde der Gegensatz zwischen ihr als

leuchtendem, und den Planeten als dunkeln Weltkörpern mit der beiderseitigen Ausbildung immer stärker, und sie selbst von einem ausgedehnten trüben Nebelfleck zum glänzenden Stern. — Die Kometen scheinen keineswegs in einem so engen organischen Verbande, wie die übrigen Glieder des Systems zu stehen. Die meisten mögen wohl jünger als Sonne und Planeten sein, und schwerlich gleiche Dauer mit denselben haben. Sollten Kometen von andern Sonnen in das Gebiet der unsrigen gekommen sein (wie man wenigstens den umgekehrten Fall wohl vorhanden glaubt), so wären sie wohl unter den verkehrtläufigen zu suchen, was eine genaue Bekanntschaft mit den Bahnen dieser entscheiden würde.

VI. Hauptstück.

Bedeutung und Bestimmung der Weltkörper.

In den Weltkörpersystemen, die in unermessener Ferne und Zahl den Raum erfüllen, spricht sich die Erhabenheit und Unergründlichkeit des göttlichen Wesens auf eine Weise aus, die auch dem stumpfesten Sinn einleuchtet. Denn die Menge vermag es nicht, die Tiefe geistiger Potenzen zu fassen, wenn sie sich nicht zugleich in Breite und Länge, in Masse und Gewicht hinreichend offenbaren: ihr imponiren die Millionen der Meilen und der Jahre, als wenn nicht eben das das Größte wäre, was durch keine Zahl auszudrücken ist. Das dem Auge verschwindende Thier, welches Leidenschaften, Gefühle und freiwillige Bewegung hat, ist vollkommener, als die Sonnen und Planeten, welche sich nach der Gravitation durch den Raum bewegen, deren Leben noch in Bewußtlosigkeit und unabänderlichen Gesetzen gebunden ist, und die nur als Grundlagen vollkommenerer Gestaltungen dienen sollen.

Das, was den höhern Sinn bei der Betrachtung der Weltkörper erfreut und erhebt, ist nicht die Endlichkeit und Starrheit, die nothwendig in Zahlen und Maaßen sich ausdrückt, sondern die Harmonie und Zweckmäßigkeit und das Ineinandergreifen zu einem höhern Ganzen, welches wir freilich mehr ahnen, als erweisen können. Diese Ahnung aber

entspringt nur aus unserem festen Glauben an das Walten einer höchsten Vernunft, welche allenthalben, so weit unsere Wahrnehmung reicht, sich offenbart und auch über dieselbe hinaus sich offenbaren wird. Wir sehen nämlich in der uns zugänglichen Erscheinungswelt Alles nach aufsteigenden Kategorieen geordnet: jedes Einzelne zugleich als ein Ganzes für sich und als Theil eines höhern Ganzen, das selbst wieder mit andern nur ein Organ, ein Glied eines noch höhern darstellt und mit diesem zu einer vollkommenern Harmonie zusammenwirkt. Wir sehen die Gegensätze selbst als nothwendige Bedingung dieser Harmonie, in deren gewaltigem Gang das Leben der Natur fortschreitet: der Natur, die nur sich selbst, aber keinem ihrer Theile vergleichbar ist. — Unsere Erde mit ihrem Monde stellt bereits ein kleines System dar, das nur einen Theil einer höhern Kategorie, des Sonnensystems bildet, welches nur eines der unzähligen Systeme ist, welche die Milchstraße zusammensetzen. Die Milchstraße selbst verhält sich wahrscheinlich nur wie einer jener Tausende von Nebelflecken des Himmels, und ihre Millionen Sonnen mit ihrem ganzen Gefolge mögen dem bestimmenden Zug eines uns unbekannten Centralkörpers gehorchen. So kreisen im Weltorganismus (μακροκοσμος) in den mannigfachsten Bahnen Myriaden von Weltkörpern, wie in einem Menschenleibe Ströme von Blutkörnchen umrollen, und so haben die Weltkörper die B e d e u t u n g, das unendliche Leben der Natur in den größten Dimensionen des Raumes und in den längsten Perioden der Zeit darzustellen.

Außerdem sind aber die Weltkörper noch b e s t i m m t, zur Grundlage einer sich auf ihnen entwickelnden s e k u n d ä r e n O r g a n i s a t i o n zu dienen. Man möchte sagen, in jedem von ihnen suche sich das ganze Weltall gleichsam im Kleinen zu wiederholen und das Produkt dieses Bestrebens sei die sekundäre Organisation. Auf B e w o h n t h e i t der Weltkörper läßt sich daher aus dem allgemeinen Offenbarungsgange des Weltgeistes schließen, nach welchem sich aus den niedrigern Stufen stets höhere entwickeln. Allerdings kann man sich die Weltkörper auch ohne Pflanzen, Thiere oder intelligente Wesen denken, aber dann

wären die obern Stufen geistiger Offenbarung nicht erreicht, der Schlußstein der Entwicklung nicht gegeben. Primäre und sekundäre Organisation gehören zusammen — letztere ist die höchste Blüthe der erstern. Die Weltkörper sind deßhalb ohne Zweifel bestimmt, sich mit einem wimmelnden Heere von Lebendigen zu bedecken. Alles auf ihnen und ober ihnen strebt dahin, den rohen Stoff zu zersetzen und zu verwandeln, und den geistigen Prinzipien immer neue Massen zur Durchdringung und Gestaltung darzubieten. Die Bewohntheit der Weltkörper, ein nie zu lösendes Problem für die sinnliche Erfahrung, muß nach Vernunftnothwendigkeit als gewiß betrachtet werden. — Da Mannigfaltigkeit eines der allgemeinsten Gesetze im Universum ist, so darf man mit hoher Wahrscheinlichkeit schließen, daß in den sekundären Organisationen der Weltkörper sich dieselbe Verschiedenheit finde, wie sie in ihren absoluten Größen, relativen Dichtigkeiten, Bewegungen, Stellungen, ihren magnetischen, elektrischen, atmosphärischen Verhältnissen ꝛc. ausgesprochen ist. Es mag viele geben, auf welchen es noch nicht zur sekundären Organisation gekommen ist, viele, auf welchen noch nicht ihre höchsten Stufen erreicht sind, gleich der Erde zur Zeit, als der Mensch noch nicht erschienen war — während auf den letzten, ihrem Verfalle nahen, die sekundäre Organisation — wie Früchte und Blätter eines absterbenden Baumes — schon wieder verschwunden ist. Geschlossen wird jede sekundäre Organisation nur sein mit der Erscheinung vernünftiger Wesen, welche sich und die Welt zu reflektiren vermögen; in ihnen kommt die Natur gleichsam zum Bewußtsein. Vermuthlich erscheinen auf Weltkörpern höherer Art, namentlich drn Fixsternen, die vollkommensten sekundären Organismen: denn da allenthalben in der Natur eine genaue Uebereinstimmung zwischen Mitteln und Zwecken herrscht, so ist es gar nicht denkbar, daß auf den dunkeln, relativ unbedeutenden Planeten (wie z. B. auf unserer Erde, einem Atom im wogenden Meere der Welten) höher potenzirte Wesen vorhanden sein sollten, als auf den ungeheuern, selbstleuchtenden Centralkörpern, den Sonnen. Es mögen daher auf den Monden unvollkommenere Wesen vorkommen, als auf den

Planeten, auf diesen unvollkommenere, als auf den Sonnen, und es dürfte im Weltall viel zahlreichere Organisationsstufen geben, als auf der kleinen Erde, die zugleich zu einer Höhe der Erkenntniß und Einsicht aufsteigen, für welche uns Begriff und Worte fehlen. — Das hier Angegebene ist nach Analogie und aus teleologischen Grundsätzen mit hoher Wahrscheinlichkeit vorauszusetzen; mehr und Bestimmteres auszusagen, wird man wohl nie im Stande sein. Zwar haben manche Naturforscher es versucht, aus den höchst dürftigen Erfahrungen, welche wir über die physische Beschaffenheit der Weltkörper haben, mit viel Scharfsinn Schlüsse auf die Art, Mannigfaltigkeit und Dauer ihrer sekundären Organisation zu ziehen, aber obschon die Herleitung ihrer Angaben aus physischen Prämissen oft sehr richtig und somit ihre Möglichkeit nicht zu läugnen ist, kann bei ihnen nie von Gewißheit die Rede sein. Man geht bei solchen Operationen von den wenigstens für die Planeten richtigen Grundsätzen aus, daß die Weltkörper (wie ihre sekundären Organismen) aus gleichen Grundstoffen gebildet seien und hierin nur proportionale Verschiedenheiten zeigten, (wie sich denn in den Meteormassen noch kein der Erde fremder Stoff gefunden hat), daß die Natur überall die Gesetze der Gravitation befolge, daß die Materie überall in ihren Grundformen, der gasförmigen, flüssigen, festen erscheinen müße, — daß sonach gewisse Grundbedingungen der sekundären Organisation allenthalben gegeben seien. Dieses zugegeben sind jedoch, 1) wie gesagt, wegen der sehr großen Entfernungen unsere Erfahrungen über die physische Beschaffenheit der Weltkörper höchst dürftig *);

*) Die teleskopische Beobachtung, von welcher Unkundige Großes erwarten möchten, erweist sich hierin ganz unzureichend. Bedenkt man, daß z. B. auf den Mond, doch den allernächsten Weltkörper, wegen der Bewegung und Dunstigkeit der Luft, der Doppelbewegung der Erde und des Mondes, es schon höchst schwierig und nur selten möglich ist, eine 1000malige Durchmesservergrößerung anzuwenden, und dieser Weltkörper von 100,000 Stunden Entfernung uns hiedurch doch nur auf etwa 100 Stunden genähert wird (was eben zur Erkenntniß seiner Struktur ausreicht), so kann man leicht ermessen, was von allen angeblichen Nachrichten über Bewohner des Mondes und in noch höherem Grade der übrigen Weltkörper, ihre Beschaffenheit rc. zu halten sei.

2) wenden wir nothwendig immer das auf der Erde Vorkommende als Maaßstab und Vergleichungsmoment auf jene Fernen an, was gewiß nicht weit ausreicht, da schon der Erdenmond sich so verschieden von der Erde ausweist; 3) würde sogar eine genauere Kenntniß der physischen Beschaffenheit der Weltkörper uns in dieser Beziehung nur wenig nützen, weil durch die Verschiedenheit der Modalitäten auch die Zahl der möglichen Organisationsweisen unendlich vergrößert wird. Jedoch kann man, wie wir glauben, behaupten, daß die sekundäre Organisation eines jeden Weltkörpers einen eigenthümlichen Charakter tragen wird, weil sie eben der höchste Ausdruck seiner speziellen Beschaffenheit ist. Dann wird man nach der Konformation der ganzen uns bekannten Natur vermuthen dürfen, daß, so wie die einzelnen Weltkörper in mannigfachen Verbindungen und Beziehungen die Welt bilden, auch ihre sekundären Organisationen ein Verhältniß gegen einander haben und alle zusammen die sekundäre Weltorganisation darstellen werden. Die Natur ist wie gesagt, ein Organismus, welcher aus unendlich viel kleinern besteht, und ihre einzelnen Glieder sind stufenweise größern Kategorieen untergeordnet. Jeder Weltkörper gehört demnach einem nächsten Systeme an, welches selbst nur wieder ein Theil eines größern ist, das seinerseits zur Zusammensetzung eines noch größern beiträgt. Jedes Thier, jede Pflanze ist ein Theil ihrer Species, diese ein Theil ihrer Familie, diese ihrer Klasse, letztere ihres Reiches. Die ganze sekundäre Organisation eines Weltkörpers dürfte als ein Theil der sekundären Weltorganisation anzusehen sein, wie er selbst als ein Theil der primären. Man kann, denke ich, von einer Fauna oder Flora der Erde, des Mars, des Saturn so gut sprechen, als von einer amerikanischen oder australischen, und wie letztern bestimmte Charaktere eigen sind, so wird auch der sekundären Organisation der Erde im Vergleich mit andern Weltkörpern ein solch allgemeiner Charakter zukommen. Die Kategorieen der sekundären Organisationen werden also in ähnlicher Art aufsteigen, wie jene der Weltkörper selbst. Wie auf der Erde nichts gänzlich isolirt steht, so wird auch zwischen den Weltkörpern allgemeine

Wechselwirkung eigenthümlicher Art herrschen und ein gemeinschaftliches Band wird auch das Fernste mit einander verbinden. Der vernünftige Plan, welcher dem Ganzen zu Grunde liegt, ist seinerseits auf allgemeine Konnexion und Harmonie gegründet. Da die Körperwelt nur die Hülle der Geisterwelt ist, so müssen auch die Kategorieen der letztern ein ähnliches aufsteigendes Verhältniß zeigen. Wenn es auf der Erde dem Menschen vergönnt ist, von dem Bauplan des Universums einige Linien zu enträthseln, so erfreuen sich vielleicht Wesen höherer Gattung des Vorzugs, diesen Plan in stufenweise größerer Ausdehnung zu erfassen und die primären Organismen, welche das Weltall bilden, in vollkommener Weise zu studieren, als es uns mit den sekundären Organismen unseres Planeten möglich ist. Wenigstens läßt sich kein erhabeneres Schauspiel denken, als unzählige Welten in rythmischer Bewegung den Raum durchziehend zu schauen, unendlich verschieden an innerem Wesen wie äußerer Erscheinung, und erfüllt von wimmelnden Heeren Lebendiger, die eben so viele kleinere Welten (μικροκοσμοι) auf den größern darstellen. — Da Proportionen allenthalben die Grundbedingung jeder Schönheit und Harmonie sind, so dürften die gegenseitigen Stellungen und Bewegungen der Weltkörper auf eine höhere Anschauung wie Musik wirken und die „Harmonie der Sphären", obwohl in anderem Sinne statt finden, als sie vielleicht manche Philosophen des Alterthums angenommen haben. Hierin und in der Entwicklung der sekundären Organisation möchte Bedeutung und Bestimmung der Weltkörper zu suchen sein.

Huyghens in seinem Cosmotheoros, Fontenelle in seinen Entretiens sur la pluralité des mondes, 1680, übersetzt von Bode, haben über vorliegenden Gegenstand Betrachtungen angestellt, die bei ungenügenden wissenschaftlichen Prämissen höchstens eine flüchtige Unterhaltung gewähren können. Tiefsinnigere Konjekturen finden sich schon in Kastner's Meteorologie, 2ter Band, 1ste Abtheilung, an vielen Stellen, und Gruithuisens Schriften, besonders in seinem Aufsatz: „Kann man denn gar nichts Gewisses von den Bewohnern anderer Welttheile wissen?" in den neuen Analekten für Erd- und Himmelskunde, 1r Bd. 3tes Hft. p. 30

sq. 4tes Hft. p. 40 sq. 2ter Bd. 1stes Hft. p. 40 sq. 2tes Hft. p. 60. sq.

Man hat z. B. geschlossen, daß wenn der Mond Bewohner habe, deren Lebensdauer, entsprechend dem Lebensalter des Menschen im Mittel nur 70mal 28 Tage währen dürfte, weil die Zeit, in welcher der Mond einen Umlauf um die Erde vollendet, auch sein Jahr ist. Gäbe es dort Pflanzen, unsern einjährigen vergleichbar, so müsse ihr ganzer Entwicklungsgang aus demselben Grunde in weniger als 28 Tagen vollendet sein. — Kastner meint, da auf der Sonne von Wechsel des Tages und der Nacht nicht die Rede sein könne, würden ihre Organismen auch nicht der Finsterniß zur Ruhe und zum Wachsthum bedürfen. So werden auch auf ihr keine solchen Extreme ihrer organischen Schöpfung vorhanden sein können, wie wir sie auf der Erde an den Polen und unter dem Aequator bemerken. Der außerordentlichen Licht- und Wärmeentwicklung, welche auf alle Stoffe verflüchtigend wirke, werde indeß durch die außerordentliche Schwerkraft entgegengewirkt, so daß doch tropfbar Flüssiges auf der Sonne denkbar sei — und daher auch Organismen, in welchen Starres, Liquides und Gasiges verbunden wäre, die sich indeß durch ungewöhnliche Mannigfaltigkeit und Beweglichkeit auszeichnen dürften. Bode, welcher glaubte, daß das Licht der Sonne ein elektrisches und durch ihren schnellen Umschwung hervorgebracht sei, gibt die Möglichkeit zu, daß sie Bewohner habe. Gruithuisen hingegen, der das Licht der Sonne von dem in ihrer Wolkensphäre verbrennenden Wasserstoffgas ableitet (Neue Anal. 1r Bd, 3s Hft. p. 35), hält sie für durchaus unbewohnbar. Er glaubt überhaupt, die Sonnen zeigten alle denselben Chemismus und die Farben der Fixsterne deuteten nur die Chronologie ihres Brandes an. — Von den Bewohnern der Kometen sagt Lambert (Kosmol. Briefe über d. Einrichtung des Weltbaues S. 56): „Ihr Weg geht von Sonne zu Sonne, wie wir auf der Erde von Stadt zu Stadt gehen, und wie uns dabei einzelne Tage vorbeieilen, so zählen sie Myriaden von unsern Jahren. Sie sind bestimmt, den Grundriß des Weltbaues zu bewundern und in seiner Grundlage und Anordnung die Reihen der göttlichen Rathschlüsse einzusehen. Unsere größten Maaße sind ihre Differentialien und unsere Millionen mögen kaum ihr Einmaleins sein. Sie kennen die Wärme und die Klarheit jeder Sonne und mit einem Schluße bestimmen sie die allgemeine Beschaffenheit der Einwohner jedes Planeten, die in jedem Abstande um dieselben herum sind. Ihr Jahr ist die Zeit von einer Sonne zur andern. Ihr Winter fällt in die Mitte des Zwischenraumes oder des Weges, den sie dahin machen und sie feiern den Zeitpunkt, wo die vorige

Bahn sich in eine neue umwendet. Das Perihelium jeder Bahn ist ihr Sommer. Ihr Wohnort ist zu jedem Abstande von den Sonnen geschaffen und die Wärme wirkt auf ihm das Hervorwachsen solcher Pflanzen, die ihnen zum Muster derjenigen dienen, welche auf Planeten und Kometen bei gleichem Abstande von den Sonnen hervorkommen. Ihr Eintritt in ein neues Sonnensystem ist ihr Frühling und den Herbst feiern sie, wenn sie es wieder verlassen." Diese fast poetische Darstellung des sonst strengen Mathematikers möchte freilich physikalisch und chemisch schwer zu rechtfertigen sein. Ueberhaupt kann man füglich nur auf konsolidirten Weltkörpern, wie Sonnen und Planeten eine sekundäre Organisation annehmen, kaum aber auf den meteorartigen, ungemeinen Veränderungen ausgesetzten Kometen. — Die untern Planeten, vorzüglich Merkur, zeichnen sich bekanntlich durch große Dichtigkeit aus. Die Atmosphäre des Merkur ist sehr unbedeutend. Kastner schließt daraus, daß die Oberfläche des Merkur sehr arm an verdunstbarer Substanz sei, und Organismen, welche vorzugsweise des Wassers bedürfen, auf ihm kaum denkbar wären; viel eher aber solche, welche eine reine und lichtreiche Luft nöthig haben. Die Dichtigkeit der dortigen Metalle müße außerordentlich sein und manche dürften die Platina um das 2 und 3fache übertreffen. Die Metalle seien wahrscheinlich meist edle, aber was bei unsern edeln nicht der Fall sei, zugleich sehr magnetisch. — Gruithuisen glaubt, Merkur könne wegen der außerordentlichen Erhitzung durch die Sonne erst vom 15—20. Breitengrad an bewohnbar sein; die heiße Aequatorialzone wäre ganz unbewohnbar, ja nicht einmal zu passiren, so daß für die Bewohner der einen Halbkugel keine Möglichkeit vorhanden wäre, auf die andere zu gelangen. Die Organisation auf diesem Weltkörper müsse der sehr verdünnten Luft wegen Alpencharakter zeigen, der Mensch, wenn er dort vorhanden sei, müsse eine breite, gewölbte Brust haben. Die Venus habe, wie die Beobachtung lehre, eine außerordentlich konstante und weit verbreitete Wolkenbildung, die uns gewöhnlich nur an den aufgehellten Polen ihre wirkliche Oberfläche sehen lasse. Hiedurch und durch die zahlreichen Binnenmeere würde Hitze und Kälte sehr vermindert, die Luft gleiche etwa jener in der Schweiz, und fast allenthalben sei Bewohnbarkeit möglich gemacht. Das in der Nachtseite der Venus selten und unverhofft eintretende Leuchten (von den Astronomen Mayer, Schröter, Harding beobachtet und immer die ganze Venusnacht durch dauernd) müsse entweder ein kometarisches sein, oder von Feuerfesten ihrer Bewohner herrühren, worinn diese sehr durch die üppige Vegetation begünstigt würden. (Neue Anal. 4tes Hft. p. 40 sq.) — Man weiß, daß auf den untern Planeten das Dichte, Schwere,

Metallische, Magnetische, auf den obern das Luftige, Veränderliche, Elektrische vorherrscht. Die Atmosphäre z. B. des Saturns ist sehr dicht, was seine Monde andeuten. Wenn sie hinter ihn treten, scheinen sie von der Erde aus gesehen, 15—20 Minuten am Rande des Hauptplaneten zu hängen. Kastner hält es für wahrscheinlich, daß leichte Metalloide zu den vorwaltenden Bestandtheilen der Materie des Saturn gehören. Ein fast 15jähriger Polartag und eine eben so lange Polarnacht Saturns müsse freilich außerordentliche Wärmeextreme und Störungen des atmosphärischen Gleichgewichts hervorbringen, — indeß würden letztere durch seine beträchtliche Umschwungsgewalt mehr oder weniger geregelt, und erstere weniger fühlbar durch die Dichtigkeit seiner Atmosphäre, welche den Polargegenden durch Strahlenbrechung Sonnenlicht zuführt, und daher einen großen Theil der langen Polarnacht in Dämmerung verwandelt. Außerdem werde seine sehr dichte Atmosphäre nothwendig geringe Wärmekapazität haben, und daher viel freie Luftwärme vorhanden sein. Diese und andere Verhältnisse machten es wahrscheinlich, daß wenigstens in den Aequatorialgegenden des Saturns manche unserer Polarorganismen bestehen könnten u. s. w. — Die sinnreichen Konjekturen Kastner's und Gruithuisen's regen wenigstens zum Nachdenken an, und sind daher beachtenswerth, — nicht so die mannigfachen, stets neu wiederholten Träume und Schwärmereien über diesen Gegenstand, und eben so wenig jene trügerischen Produkte, welche auf Leichtgläubigkeit und Unwissenheit der Menge berechnet sind, wie z. B. die Darstellung der vorgeblichen Entdeckungen im Monde und den übrigen Planeten 1836, wobei John Herschels Name mißbraucht wurde.

Viertes Buch.

Von der Erde.

Der Planet, welchen wir bewohnen, ist nach S. 226 der dritte unter den sonnennähern, dichten Planeten. Die Erde hat eine elliptisch-sphäroidische Gestalt, und ist nicht nur an den Polen, sondern, wie aus der Vertheilung des Festlandes in 2 große Massen mit dazwischen liegenden Meeren zu folgen scheint, auch unter dem Aequator, obwohl sehr wenig abgeplattet, so daß die große Axe der Aequatorialellipse durch die Kontinente, die kleine durch den atlantischen und großen Ocean geht. Auch aus den Gradmessungen geht hervor, daß der feste Erdkörper keine ganz regelmäßige Gestalt hat, jener Ungleichheiten nicht zu gedenken, welche durch die Gebirge veranlaßt werden. Wir sehen die Erde aus festen Massen gebildet, welche gegen ihren Mittelpunkt hin an Dichtigkeit zunehmen, und noch mehr zunehmen würden, wenn sie nicht durch Centralwärme ausgedehnt wären, — beinahe drei Viertheile ihrer Oberfläche vom Meere überfluthet, aus dem nur die höchsten Theile der Erdfeste hervorragen, und das ganze Erdwassersphäroid von einer Lufthohlkugel umgeben. Erdfeste, Luft und Meer stehen in ununterbrochener lebendiger Wechselwirkung, jedes giebt und empfängt vom andern, jedes stellt in sich selbst eigenthümliche Produkte dar. In ihnen spricht sich das Leben des Erdganzen aus, und man kann sie als die Organe desselben ansehen. Beginnen wir, von außen nach

innen schreitend, mit der uns umgebenden Lufthülle die nähere Betrachtung unseres heimathlichen Planeten.

I. Hauptstück.

Die Atmosphäre.

Literat. Lehrb. über die physische Geographie, Theorie der Erde und Meteorologie, von J. T. Mayer. Gött. 1805. — Untersuchung über die Wolken und andere Erscheinungen in der Atmosphäre, von Forster. Lpzg. 1819. — Handbuch der Meteorologie, von Dr. K. W. G. Kastner, 1ter und 2ter Bd. 1te u. 2te Abth. m. K. Erlang. 1823—30. — Handb. d. mathem. und phys. Geographie nebst Atmosphärologie, v. Dr. G. W. Muncke, mit Kupfert. Heidelb. 1830. — Art. Atmosphäre in Gehler's Wörterb. 1ter Bd. S. 439 ff. — Handbuch der Meteorologie, von L. F. Kämtz. 1—2ter Bd. Halle 1831. — Die Atmosphäre und ihre vorzüglichsten Erscheinungen nach den Grundsätzen der neuern Meteorol., von Günther, mit 1 Taf. Frankf. 1835. — Abriß einer Geschichte der neuern Fortschritte und des gegenwärtigen Zustandes der Meteorol., von James Forbes. Aus dem Engl. von W. Mahlmann, mit 3 Taf. Berl. 1836.

Atmosphäre nennt man bekanntlich die aus Luft und sonstigen expansibeln Flüssigkeiten gebildete elliptisch geformte Hülle, welche als Hohlkugel den Erdball umgiebt, als wesentliches Glied, schon durch die Schwere, nicht minder durch seine organische Beziehung an denselben gebunden ist, sich mit ihm um seine Axe dreht, und ihn auf der Bahn um die Sonne begleitet. Die Erde schwebt also nicht etwa in einem dem Weltraum angehörenden Luftmeere, sondern die Atmosphäre selbst ist nur ein Theil von ihr, und ihre Höhe steht auf jeden Fall in einem sehr untergeordneten Verhältnisse zur Größe des Erdhalbmessers.

Unter den 3 Gliedern oder Organen des Erdganzen ist die Atmosphäre das beweglichste und veränderlichste. Als die äußerste Hülle des Planeten ist sie den kosmischen Einwirkungen vorzugsweise ausgesetzt; Sonne und Mond bringen Ebbe und Fluth in ihr hervor, die Erde veranlaßt durch ihre

Axendrehung Strömungen in ihr, und das Licht wird für sie zu einer Quelle der mannigfaltigsten Prozeße und Veränderungen, indem es die Temperaturverhältnisse regulirt, die wieder vielfache Bewegungen und Ausgleichungsversuche hervorrufen, indem es die Elektrizität aufregt, welche so wesentlich in die Bildung der verschiedenen Meteore eingreift, indem es den Magnetismus des Erdkörpers erweckt. Meer und Land senden unter dem Einfluß der Wärme gewaltige Massen dampfförmiger Substanzen in die Luft, welche diese in sich aufnimmt, sich zu assimiliren sucht, und ihnen wieder als Niederschläge der verschiedensten Art zurückgiebt. Vegetation und Thierwelt, welche nach den Jahreszeiten und der geographischen Breite sich so abweichend gestalten, greifen, obwohl sie einerseits in strenger Abhängigkeit von der Luft, ihrem Drucke und ihrer Temperatur stehen, anderseits mächtig in ihre Mischung ein. Die Atmosphäre ist gleichsam das Triebrad des ganzen organischen Lebens auf der Erde, welches ohne sie unausbleiblich und schnell erlöschen würde. Ihr Charakter ist beständige Veränderung, gegeben durch dynamische und chemische Prozesse, durch Bildung und Auflösung von Meteoren und durch mechanische Bewegungen, die aus jenen hervorgehen. Man könnte sie mit dem Gemüthe des Menschen vergleichen: sie ist gleich indifferent, launig oder furchtbar, bald wie jenes durchsichtig und klar, das Licht der Sonne in sich aufnehmend oder es zurückwerfend, bald mit leichtern oder dichtern Wolken bedeckt, die es vielfach brechen und zerlegen, bald dem Himmelslichte verschlossen, sturm- und gewittervoll. Wie das Gemüth in wechselnder Erscheinung unser eigenes Innere, unsere Umgebungen, und das Unendliche selbst abspiegelt, und wir nach seiner Beschaffenheit und seinen Zuständen hierüber urtheilen, so läßt die Atmosphäre Meer und Erde, die unter ihr liegen, in düsterer oder freundlicher Beleuchtung erscheinen, und verzerrt durch die Refraktion auf vielfache Weise das Bild der Himmelskörper. So umfluthet der Luftocean die unbewegliche Feste; nach seiner Tiefe zu entwickelt sich immer reichlicher Licht und Wärme, und mit ihnen zahlloses Leben, während seine Höhen in Eis erstarren und schon in einer geringen Erhebung über seinen Boden kein

sekundärer Organismus mehr gedeiht. — Gehen wir nach diesen allgemeinen Reflexionen zu einer wissenschaftlichen Betrachtung der Atmosphäre über.

Die Gestalt derselben ist im Allgemeinen die eines Ellipsoids, durch Umdrehung um die kleine Axe entstanden. Sie ist bedingt durch die Rotation der Erde und die um den Aequator hiedurch erzeugte größere Schwungkraft, wodurch die Schwere und Anziehung der Erde gegen die Lufthülle daselbst vermindert wird, und dann durch die größere Erhitzung und Ausdehnung der Luftschichten unter dem Aequator. Hieraus folgt auch eine regelmäßige Strömung in der Atmosphäre, indem die leichtern obern Luftschichten vom Aequator nach den Polen hin abfließen, und die schwerern dichtern von den Polen her nahe an der Oberfläche der Erde wieder zum Aequator strömen. Die Exzentrizität des Luftsphäroids ist indeß nur gering, indem seine Abplattung nur zu $^1/_{338}$ angenommen wird. Um die Höhe der A. zu bestimmen, hat man verschiedene Wege eingeschlagen. Die Aufgabe ist um so schwieriger, weil sie nicht gleich dicht ist, sondern nach oben zu an Dichtigkeit abnimmt, da ihre untern Schichten durch den Druck der obern immer mehr komprimirt werden. Nach dem Gesetz von Mariotte und Boyle ist die Dichtigkeit der Luft der zusammendrückenden Kraft direkt proportional, und die A. müßte daher unbegrenzt sein, da der Druck stets abnimmt, und hiernach die Schichten immer höher, bei unendlich geringem Drucke aber unendlich hoch werden müßten. Mariotte selbst nahm indeß willkührlich an, daß die Luft nur 4096mal dünner werden könne, als sie an der Erde ist, und ihre größte Höhe daher 15 Stunden, jede zu 12,000 Fuß betrage. Nach Laplace könnte sie auf keinen Fall höher reichen als bis zu dem Punkte, wo die mit der Höhe zunehmende Centrifugalkraft mit der Schwere ins Gleichgewicht kommt. Dieser Punkt findet sich in einer Höhe von $5682/_2$ g. Meilen, wo ein Mond um die Erde in 24 Stunden laufen würde. Jedes Lufttheilchen über dieser Höhe müßte wegen überwiegender Schwungkraft die Erde verlassen. G. Schmidt ging von dem Grundsatze aus, daß die Grenze der A. da liege, wo die spezifische Elastizität der Luft mit der Schwere ins Gleichgewicht kommt. Die Höhe der A. wäre nach diesem Gesetze unter dem Aequator für $23^0,4$ R. mittl. Temp. $27/_5$ Meilen; unter den Polen für 0^0 R. mittl. Temp. $27/_1$ M. Nach der Dämmerung wäre die Grenze der A. in einer Höhe, wo die Luft dünner ist als sie durch eine gute Luftpumpe gemacht werden kann, nämlich bei 7 g. Meilen, wo sie schon so dünn ist, daß sie kein Licht mehr reflektirt. Es ist indeß sehr wahrscheinlich, daß die Höhe der Atmosphäre höchstens

30 g. Meilen betrage, denn in dieser Höhe ist die Luft schon ¼ Billionenmal dünner als an der Oberfläche der Erde. Um die absolute Menge der Luft zu bestimmen, betrachtet man die Atmosphäre als eine hohle Luftkugel von derjenigen Dichtigkeit, welche ihr im Niveau des Meeres eigen ist. Ihre Höhe wird hienach bei gleichmäßiger Dichtigkeit zu 24,594 Fuß angenommen, wonach ihr kubischer Inhalt nahe eine halbe Trillion Kubiktoisen und ihr Gewicht 9½ Trillionen Pfund beträgt. — Die Atmosphäre besteht im Allgemeinen aus gasförmigen Substanzen, welche schwer und zugleich expansibel sind, ist an der Oberfläche der Erde am dichtesten, und nimmt mit zunehmender Höhe an Dichtigkeit ab. Ihre Temperatur wird hauptsächlich durch diejenige Wärme bedingt, welche die Sonnenstrahlen auf der Oberfläche der Erde erzeugen, und nimmt daher mit der Erhebung über die Oberfläche der Erde ab. Die Luft besteht nach dem Gewichte aus $23/_{299}$ Sauerstoff und $76/_{701}$ Stickstoff, oder nach dem Volumen aus $78/_{999}$ Stickstoff, 21 Sauerstoff, $0/_{001}$ Kohlensäure als wesentlichen Bestandtheilen, daneben aber aus einer wechselnden Menge Wasserdampf, aus einer unbestimmbaren Menge Wasserstoffgas, mechanisch fortgerissenen Substanzen und den Miasmen. Die wesentlichsten Bestandtheile Stickstoffgas und Sauerstoffgas bleiben sich in ihren Verhältnissen in allen Gegenden, Jahreszeiten, Höhen und Tiefen, im Freien wie in Theatern fast gänzlich gleich. — Die Frage, wodurch das von den lebenden Körpern verzehrte Sauerstoffgas ersetzt würde, wurde von Priestley dahin beantwortet, daß die Pflanzen die Kohlensäure zerlegen und durch den Einfluß des Sonnenlichts das Sauerstoffgas aushauchen. Dieser Meinung traten Ingenhouß, Bonnet und Senebier bei, während sie Saussure bestritt. Muncke, sowie Davy erklären sich für Priestley's Meinung. Berzelius führt gegen dieselbe an, daß der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre im Winter wie im Sommer, über Eisfeldern und Sandwüsten, wie über grünenden Feldern stets gleich sei und Grischow will durch Versuche beweisen, daß gesunde Pflanzen allerdings die Kohlensäure zerlegen, zugleich aber das am Sonnenlichte ausgehauchte Sauerstoffgas bei Nacht wieder verschlucken. Bedenkt man indeß die nothwendige Unvollkommenheit der Versuche bei dem kleinen Maaßstabe derselben und die unzweideutige Beobachtung, daß Sauerstoffgas oft in bedeutender Menge ausgehaucht wird, so wie daß Priestley's Theorie mit dem Mischungsverhältnisse der Pflanzen übereinstimmt, so muß man ihr beipflichten. Daß das Mischungsverhältniß im Sommer und Winter gleich bleibt, erklärt sich aus der jedesmaligen geringen Menge des verzehrten Sauer- und Stickstoffs, und aus der steten Vermengung der Luft der verschiedenen Gegenden, durch welche schon bei der

langsamen Bewegung von 6 Stunden in 1 Stunde Luft vom Aequator und den Polen binnen 8 Tagen zusammentrifft. — Wasserstoffgas findet sich in sehr geringer Menge, sicher unter $0{,}_{003}$ in der A. in welche es aus Sümpfen und Morästen, zersetzten thierischen Substanzen, bei der Destillation des Holzes und dessen Verkohlung, durch animalische Ausdünstung und Blumenduft aufsteigt, und sich vermuthlich durch den Einfluß des Lichtes mit dem Sauerstoffgas der Luft langsam zu Wasser verbindet. Die Kohlensäure in der A. giebt Berzelius nur zu $0{,}_{001}$ an; an Orten, wo viele Menschen beisammen waren, kann sie indeß auf $0{,}_{01}$ steigen, in Kellern mit gährenden Substanzen, z. B. Weinen, Bieren, bis auf $0{,}_{1}$, wo dann die Luft irrespirabel wird. Gay-Lussac fand Kohlensäure in der außerordentlichen, im Luftballon von ihm erreichten Höhe von 20,428 Par. Fuß. (Man giebt diese Höhe gewöhnlich als die höchste an, welche Menschen erreichten. Nach Einigen gelangten jedoch Robertson und Lhoest 1808 in 3800 Toisen Höhe. Höher zu steigen war ihnen wegen Gefahr zu ersticken unmöglich. Blanchard soll zu Gent 20. Nov. 1785 in 5000 Toisen Höhe gekommen sein.) Das kohlensaure Gas wird in großer Menge durch das Athmen, Verbrennen, die Gährung, Fäulniß ꝛc. entbunden, und müßte, da es wegen seines größern spez. Gewichts schwer in die Höhe steigt, bald die Luft irrespirabel machen, wenn es nicht fortwährend durch die Pflanzen verzehrt würde. — Zur Messung des Wasserdampfes der Luft dienen die Hygrometer. Saussure bestimmt im Mittel die Quantität des Wassers in einem Kubikdezimeter Luft bei 19° C. auf 19 Milligrames. Nach Dalton wechselt der Wasserdampf der Atmosphäre zwischen $0{,}_{0166}$ und $0{,}_{0033}$ des Volumens der Luft. Der Grad der Sättigung der A. mit Wasserdampf wechselt von einem Maximum der Dichtigkeit, wobei alle Körper feucht werden, bis zum Minimum, wobei selbst zerflossenes Weinsteinsalz und salzsaurer Kalk, welche so große Anziehung gegen das Wasser haben, trocken werden. Die Trockenheit der Luft nimmt mit der Höhe zu. — Der Luft nicht wesentlich angehörig, sondern ihr vorzüglich in der Meeresnähe nur mechanisch beigemischt sind Salzsäure und salzsaure Salze. Muncke u. A. halten mit Recht dafür, daß die Miasmen, Krankheitsstoffe, wie sie sich in Spitälern, Sumpfgegenden, z. B. in der sogenannten Campagna di Roma entwickeln, wirklich materielle, der Luft beigemengte Substanzen seien, welche Dupuytren, Thenard, Mosgati als flockige Niederschläge dargestellt haben wollen. Man sucht daher dieselben durch Ventilatoren zu entfernen, oder durch Räucherungen, z. B. mit Chlorgas zu zerstören. Nach Boußingault entstehen die Miasmen durch Zersetzung der vegetabilischen Materie

unter dem Einfluß der Wärme und Feuchtigkeit, und scheinen in der Luft suspendirt zu sein. Nach ihm existirt in der Luft über großen Städten, z. B. Paris ein eigener hydrogenisirter Stoff, vermuthlich Kohlenwasserstoffgas, welches sich entfernt von bedeutenden Menschenmassen nicht findet. (l'Institut 1834, p. 280.) Vogel in München untersuchte die Luft seines Hörsaals, unmittelbar nachdem er von den Zuhörern verlassen war, und fand in derselben eine organische Substanz, von welcher er glaubt, daß sie durch die Hautausdünstung, nicht durch die Lungen in die Luft komme. (Journ. de Pharm Juin 1835. p. 319.) — Nach Berzelius Meinung ist die atmosphärische Luft keine chemische Mischung aus den beiden oben angegebenen Luftarten, sondern nur eine Mengung derselben. Dalton, welcher nebst vielen Andern dieser Ansicht beitrat, glaubt dieses Verhältniß durch ein eigenes Gesetz zu erklären, welches nach ihm das Dalton'sche Gesetz genannt wurde. Die Erscheinung, daß verschiedene Gasarten von ungleichem spezif. Gewicht auch in den höchsten Gefäßen, und ohne Rücksicht, ob man die leichtern oder schwerern anfänglich oben oder unten hinbringt, sich gegen die Schwere und gegen die aerostatischen Gesetze vollständig vermischen, und gleichmäßig unter einander vertheilen, glaubte D. nämlich nur dadurch zu erklären, daß er voraussetzte, daß ihre Theilchen sich gar nicht zurückstoßen, mithin in ihren gegenseitigen Beziehungen und Wirkungen ganz unelastisch, und den Gesetzen nicht elastischer Körper unterworfen seien. Die meisten Physiker sind aber dieser Erklärung nicht beigetreten. Uebten die in einem Raume vorhandenen Gasarten gegen eine andere beigemischte wirklich keine Repulsion aus, warum breiten sich dann Dämpfe und Gase so viel langsamer in lufterfüllten Räumen aus, als in luftleeren? Wie könnte z. B. Kohlensäure in Kellern, Zisternen 2c. bei mangelndem Luftzug so lange verweilen? Man ist daher der Hypothese von Laplace beigetreten, welcher die Gasarten aus Atomen bestehen läßt, die von Wärmeatmosphären umgeben sind, und wo aus der Anziehung der Atome gegeneinander, und gegen ihren Wärmestoff, so wie aus der Abstoßung der Wärmeatmosphären der einen gegen die der andern sich alle Erscheinungen besser erklären lassen.

Wie im Meere, so bringen auch in der A. Sonne und Mond Schwankungen, Fluth und Ebbe hervor, welche aber nach Laplace's Berechnung zu klein sind, als daß sie am Barometer wahrgenommen werden könnten, indem für den gemeinschaftlichen Einfluß beider Weltkörper auf die A. unter dem Aequator die größte Differenz des Barometerstandes nur $= 0''/_{2795}$ ist, was neuere 6jährige Beobachtungen zu Paris erfahrungsgemäß bestättigten.

Die blaue Farbe der Luft (wodurch uns das Firmament

himmelblau erscheint) leitet Newton davon ab, daß die feinen Theilchen der Luft blos die brechbarsten Strahlen, nämlich die blauen zu reflektiren vermögen, nicht aber die übrigen farbigen. Nach Euler soll die Luft selbst schwach blau tingirt sein, und obgleich für kleinere Räume farblos, doch für größere blau erscheinen. Nach neuern Physikern ist die blaue Farbe der A. blos subjektiv, wie die Farbe des Meeres und der gefärbten Schatten. Das Auge erhalte von der höchst durchsichtigen, wegen des schwarzen Hintergrundes ungefärbten Luft so viel weniger Licht, je geringer die Menge der Dünste in selber ist, und um so dunkler müsse das Blau sein. Dieses erscheine daher am reinsten, tiefsten und schönsten zwischen den einzelnen weißen Wolken, und werde grün bei dunkelrother Färbung der letztern, oder über röthlich strahlenden Gletschern. — Wie das Blau des Himmels nach Newton aus den reflektirten Strahlen entsteht, so das Roth der Abendröthe nach Brandes aus den durchgelassenen. (Gehl. Wörtb. Bd. 1. Abendröthe.) — Nach Hugi (Alpenr. S. 183) tritt in hohen Regionen der A. über 7000 Fuß die Nacht früher ein, der Tag später. Im hohen Sommer ist es schon um 9 Uhr schwarze Nacht, um 6 noch kaum Tag. Bekanntlich wird auf sehr hohen Gebirgen bei gutem Wetter weder Morgen- noch Abendroth gesehen. Die Sonne erscheint und verschwindet plötzlich, mit ihr Nacht und Tag. Auch am schönsten Tage herrscht nach Saussure auf dem Montblanc ein gewisses unnennbar magisches Dunkel; die Sonne erscheint matt, ohne Kraft und mehr dem Monde ähnlich. Daß das Licht durch die Atmosphäre bedingt sei, weiß jeder. Wie aber größere oder geringere Dichtigkeit der Luft und selbst das Geschwängertsein mit Dünsten zum Licht sich verhalte, ist eine wichtige, aber durch Thatsachen noch nicht gelöste Frage. Hugi (a. a. O. S. 203) fand am Finsteraarhorn die Nacht so hell, daß er, wie am schönsten Tage, Bemerkungen aufzeichnen konnte. Schloß sonst auch an schönen Tagen in jenen Höhen der Gesichtskreis um den Beobachter sich enger zusammen, so sah man ihn jetzt beim Lichte des Mondes außerordentlich erweitert, eben so sehr, als er es in tiefen Regionen im Glanze der Sonne zu sein pflegt. Sehr bestimmt konnte man im fernen Wallis auch weniger auffallende Formen unterscheiden. Sonst vermochte man am Tage kaum hinunterzublicken zur obersten Grenze der Holzvegetation, jetzt aber sah man auch jenseits des Wallis an den penninischen Alpen sogar einzelne Hütten. Kurz, alle Formen erschienen in einiger Ferne weit bestimmter im Mondenlicht als bei gleich heller Atmosphäre vor Untergang der Sonne. Bei aller Helligkeit konnte man aber nirgends eine Spur von einem Fixsterne erkennen. Verhält sich also das Sonnenlicht, wie die Dichtigkeit der Atmosphäre, nach der Tiefe zu- nach der Höhe

abnehmend, so sieht man das sekundäre Mondlicht entgegengesetzt sich verhalten. Zur wissenschaftlichen Begründung der Sache bedarf es aber noch näherer Beobachtung. — Daß die A. Licht reflektirt und nicht absolut durchsichtig ist, ist für uns von höchster Wichtigkeit. Ohne diesen Umstand nämlich würden wir nur die von Sonne oder Mond unmittelbar beschienenen Gegenstände erleuchtet sehen, alle andern im tiefsten Schatten, und der grelle Abstand zwischen dem absoluten Schwarz des leeren Raumes und den hellen Lichtstrahlen würde vielleicht die Sehkraft zerstören.

Einen Einfluß des Mondes auf Witterung und atmosph. Zustände überhaupt nahm man seit den ältesten Zeiten an. Muncke erklärt sich entschieden gegen denselben, so wie im Allgemeinen gegen kosmische oder planetarische Einwirkung auf die A., und auch gegen Einfluß des Mondes auf die organischen Wesen der Erde. Schübler hingegen (Untersuchungen über den Einfluß des Mondes auf die Veränderungen unserer A. ꝛc. Lpzg. 1830) erklärt sich entschieden für einen Einfluß desselben. Eugen Bouvard hat diese wie alle frühern Beobachtungen zur Anfertigung von Tafeln benützt, welche genau die Existenz einer barometrischen Periode zeigen, deren Dauer mit dem Mondmonat zusammenfällt. Die Weite der Schwankung, die Maxima und Minima derselben sind fast ganz so, wie sie früher schon Flaugergues bestimmte, der für seinen Beobachtungsort Viviers fand, daß das Barometer im Mittel am 11. Tage des Mondwechsels am tiefsten, am 22. am höchsten stehe. Nach Schübler und Bouvard sieht man die Regenmenge und die Zahl der Regentage in Beziehung auf den Mondeinfluß mit dem Gange des Barometers übereinstimmen. (l'Institut 1834. p. 331.)

Brunnengräber zu Florenz machten im 17ten Jahrhundert den Versuch, das Wasser mittelst einer Pumpe über 32 Fuß zu heben. Da hiebei zwischen dem Wasser und dem Kolben der Pumpe ein leerer Raum entstanden war, den das Wasser doch nicht ausfüllen wollte, was es nach der Meinung der damaligen Zeit, (wo man der Natur noch einen horror vacui, einen Abscheu vor dem leeren Raum zuschrieb, und demnach ein Bestreben, diesen auszufüllen) hätte thun müssen, so erholten sie sich bei Galilei, obwohl vergebens Rath. Erst sein Schüler Torricelli fand 1643 den wahren Grund hievon. Er kam zuerst auf den Gedanken, daß dieselbe Ursache, welche das Wasser nur 32′ hoch treibe, das 14mal schwerere Quecksilber nur 27″/5 hoch treiben und halten müsse. Er schmolz eine 3 Fuß lange Glasröhre an einem Ende zu und füllte sie durchs andere offene mit Quecksilber, verschloß letzteres mit dem Finger und kehrte die Röhre um, sie in ein Gefäß mit Quecksilber setzend. Das Quecksilber floß wirklich aus dem

obern Theil der Röhre ab, und es blieb von ihm nur eine 27½ Zoll hohe Säule in derselben. Torricelli kam bald zur Ueberzeugung, daß lediglich der Druck der auf das Quecksilber im Gefäß drückenden bis an die Grenzen der A. reichenden Luftsäule die Quecksilbersäule in der Röhre auf 27''/5 erhalte. Wird diese Torrizellische Röhre statt dem mit Quecksilber gefüllten Gefäße unten gekrümmt, ein rundes oder zylindrisches Gefäß angeschmolzen, in welches das Quecksilber gegoßen wird, eine Skala beigefügt, und das Ganze auf ein Brett befestigt, so hat man einen **Barometer**, ein Instrument, dessen Wichtigkeit von Tag zu Tag mehr hervortritt. Es ist klar, daß die Quecksilbersäule in der Röhre **fallen** muß, wenn die Luftsäule, die von unten auf sie drückt, verkürzt wird, und **steigen**, wenn dieselbe verlängert wird. Die Quecksilbersäule wird daher desto niedriger stehen, je höher man sich in die A. erhebt. Die ganze A. drückt mit einer Gewalt auf die Erde, jener gleich, welche ein 32' hohes Meer auf dieselbe ausüben würde, oder ein Quecksilberocean von 27½ Zoll Höhe. Nimmt man die Oberfläche eines Menschen zu 15 Quadratfuß, so drückt die Luft auf ihn mit einem Gewichte von 272¼ Cent., welcher ungeheuere Druck nicht gefühlt wird, da er von allen Seiten gleichmäßig wirkt, und die in uns eingeschloßene Luft vermöge ihrer Elastizität einigen Gegendruck leistet. Das Gewicht der ganzen A. womit sie demnach auf die Erde drückt, beträgt nach Baumgartner 96,480 Billionen Cent. Wiener Gew. — Da wie bemerkt, die Dichtigkeit der Luft nach oben abnimmt, und zwar nach Mariotte in geometrischer Progression, wie die Höhen in arithmetischer zunehmen, die Quecksilbersäule im Barometer also nach einem bestimmten Verhältniß in höhern Gegenden fällt, so folgt daraus, daß das Barometer sich vortrefflich zu **Höhenmessungen** eigne. — Man bemerkt jedoch, daß das Barometer auch am selben Orte aufgestellt, beständigen Schwankungen ausgesetzt sei. Einige dieser kommen vom Wechsel der Temperatur, wodurch das Quecksilber spezifisch leichter oder schwerer wird; andere richten sich nach der Höhe, geographischen Länge und Breite des Ortes und sonstigen Lokalverhältnissen. Dann finden aber auch regelmäßig **periodische** (unter den Tropen deutlichere) Schwankungen statt, nach welchen das Barometer täglich zweimal seinen höchsten, und zweimal seinen niedrigsten Stand erreicht, welche ihren Grund in der Anziehung der Sonne und des Mondes haben, die Ebbe und Fluth in der A. veranlassen. Andere unregelmäßige Schwankungen haben ihre Ursache in der erwärmenden Kraft der Sonne und im Dunstgehalte der Luft. Das arithmetische Mittel aus einer großen Zahl von Barometerhöhen am selben Orte giebt den **mittlern Luftdruck** daselbst und **den Barometerstand**, um

welchen die Schwankungen erfolgen. — Da der Uebergang der Wasserdünste in tropfbaren Zustand eine Verminderung des Luftdruckes erzeugt, weil die Regentropfen nicht wie die Dünste zur Vermehrung des Luftdruckes beitragen, so deutet in der Regel, jedoch nicht immer, ein Sinken des Barometers auf schlechtes, ein Steigen desselben auf schönes Wetter, und hierauf beruht die sekundäre Anwendung des Barometers als Wetterglas. Vorzüglich hängt der Barometerstand eng mit den Winden zusammen. Südwinde erzeugen den tiefsten, Nordwinde den höchsten, Ost- und Westwinde einen mittlern Stand. Veränderliche Winde und Gewitter veranlassen unregelmäßige Schwankungen, Stürme ein ungewöhnliches Steigen oder Sinken.

Je dünner die Luft ist, desto weniger nimmt sie Licht auf und desto weniger entwickelt sie Wärme. Die Temperatur der A. muß daher von unten nach oben abnehmen. Bis jetzt ist man noch zu keinem ganz sichern Gesetze gelangt, nach welchem die Temperatur der A. nach aufwärts abnehme, und es scheint sogar, als wenn Lokalumstände, Tages- und Jahreszeiten abweichende Gesetze der Wärmeabnahme veranlaßten. Man bemerkt, daß die Wärmeabnahme über großen Bergmassen und Bergebenen geringer ist, als über einzelnen Bergspitzen. Im Ganzen kann man eine arithmetische Reihe der Wärmeabnahme für gleiche Höhenunterschiede annehmen. — Die Wärme muß vom Aequator an gerechnet nach den Polen hin auf gleiche Weise abnehmen, als wenn man sich unter dem Aequator zu einer angemessenen senkrechten Höhe erhöbe, und man kann also von dort aus durch Erhebung in alle Klimate der Erde gelangen, wie z. B. A. v. Humboldt von Guayaquil aus gegen den Gipfel des Chimboraco alle Klimate schichtenweise übereinander gelagert und auf dem Rücken der Anden in 5000′ Höhe das Klima von Algier, in 8450′ Höhe jenes von Florenz traff. Im Allgemeinen kann man behaupten, daß eine Erhebung von 600′ immer einer Verminderung von 1° des C. Thermometers entspreche; doch schwanken die Zahlen zwischen den Extremen von 400 und 800′. v. Zach erklärt sich dahin, daß die Temperatur der A. in 5693 Toisen Höhe über der ganzen Erde gleich sei. d'Aubuisson nimmt an, daß im Durchschnitt eine Erhebung von 100 Meters einem Breitegrade mehr rücksichtlich der Temperaturverminderung entspreche. Die Höhe, in welcher der Schnee nicht mehr wegschmilzt, nennt man die mittlere Schneegrenze. Je geringer die Breite eines Ortes ist, desto bedeutender ist diese Höhe, in der Nähe der Pole = 0, so daß dort schon in der meeresgleichen Ebene ewiges Eis vorhanden ist. Lokalverhältnisse verändern aber die aus der geogr. Br. hervorgehenden Verhältnisse sehr bedeutend. In den Kordilleren von Quito z. B.

unter 1—1½° s. Br. ist die untere Schneegrenze in 2460, in denen von Bolivia bei 16—17¾° s. Br. bei 2670 Toisen Höhe; am nördlichen Abhang des Himalayah in 2600, am südlichen schon in 1950 T.; am Kaukasus in 1700, in den Pyrenäen in 1400, den Alpen in 1370, dem Altai in 1000, im innern Norwegen in 70¼° n. Br. in 550, an den Küsten Norwegens in 71¼° schon in 366 Toisen Höhe.

Die mannigfachen Zersetzungen und die stets wechselnde Temperatur bewirken in der A. beständige Strömungen, welche man Winde nennt. Ihre Stärke und Geschwindigkeit wechselt von wenigen Fußen bis zu 70 Fuß, welche der Sturmwind in einer Sekunde durchläuft, ja bei den stärksten Ouragans bis zu 120—140′. Gewöhnlich wird der Wind an denjenigen Orten zuerst wahrgenommen, welche in seiner Richtung am entferntesten liegen, wie man z. B. den Westwind in Finnland eher spürt, als in Schweden. Die gewöhnlichste Ursache der Winde sind die Temperaturunterschiede entweder unmittelbar, oder in Folge der durch sie verminderten atmosphärischen Niederschläge, und des somit verminderten Volumens der elastischen Fluida. — Die Winde sind entweder regelmäßige oder unregelmäßige. Zu erstern gehört der Passatwind, welcher auf großen Meeren zwischen 5—30° n. Br. und 1—25° s. Br. stets aus Osten weht. Ueber diese Grenzen hinaus wehen, jedoch schwächer, nördlich NO. südlich SO. Diese Winde sind bedingt durch die Rotation der Erde, und Ausdehnung der Luft durch die Wärme. Die periodisch wehenden Moußons werden vorzüglich im indischen Meere, den Küstenländern Asiens und West-Afrikas beobachtet, und erklären sich aus der ungleichen Erwärmung der Luft über großen Landstrecken nach dem verschiedenen Stande der Sonne und wechselnder Regenzeit. Die allenthalben unter den Tropen herrschenden Land- und Seewinde entstehen durch ungleiche Erwärmung des Landes und Meeres. So fängt auf St. Domingo der Seewind in der Regel Morgens um 10 Uhr an, und dauert bis Abends 7 Uhr, worauf der Landwind beginnt. Vorzüglich in höhern Breiten herrschen die veränderlichen Winde, die aus vielfachen speziellen Ursachen entstehen. Sie dauern kürzer als die beständigen, wechseln öfters, und üben öfters unglaubliche Gewalt. Die Stürme sind am gewaltsamsten auf Inseln, an Küsten und in Berggegenden. Auf den Antillen, dem Kap, Finnmarken, an den holländischen Küsten, im Kanal la Manche ꝛc. übertreffen sie an Wuth fast alle Vorstellung und durchlaufen manchmal die ganze Windrose, oder setzen nach kurzer Windstille in entgegengesetzte Richtung um. Heiße Winde, welche erstickende, tödtliche Hitze mit sich bringen, sind der trockene, feinen Staub führende Harmattan,

auf der Westküste von Afrika, als dessen Fortsetzung man den italischen Sirocco ansehen kann, der noch in der Schweiz als Föhn gefühlt wird; der mit dem Staub der afrikanischen Wüste gesättigte Chamsin in Aegypten, der Samum der Araber, Châmiele der Türken, im Juni und August in den Wüsten Arabiens und am persischen Meerbusen bis Indien wehend, sich durch röthlichen Schein am Himmel ankündigend, und wie man sagt, Menschen und Thiere tödtend, die ihn einathmen. Lästige kalte und trockene Winde wehen oft in Tibet, den Hochebenen Asiens, der Sandwüste Gobi ꝛc.

Die Wärme bewirkt stets Verdunstung des Wassers auf der Erde, und die Luft nimmt eine ihrer Temperatur proportionale Menge hiedurch erzeugten Wasserdampfes begierig in sich auf. Bei gewisser Abkühlung der Luft, wo der Wasserdampf sich nicht mehr vollkommen expandirt erhält, aber auch noch nicht genug verdichtet ist, um herabzusinken, entstehen aus ihm Wolken. Die Quantität des in Dampf verwandelten Wassers ist sehr groß, und soll nach Dodsley, Hales u. A. jährlich im Mittel über die ganze Erde 30 Zoll Wasserhöhe betragen, was ohne Zweifel zur Bildung der Hydrometeore hinreicht. Auch das Eis scheint bei jeder Temperatur zu verdunsten; doch wächst die Verdunstung dem Aequator näher ausnehmend. — Nur wenige Gegenden in mittlern und höhern Breiten haben einen stets heitern Himmel. Manchmal wird die ganze A. milchig und trüb, meistens aber bilden sich abgesonderte Wolken. Howard unterscheidet von diesen 7 Arten: Cirrus, Locken- oder Federwolke, Cumulus, Haufwolke, Stratus, Nebelschichte; als Mittelformen Cirrocumulus und Cirrostratus, Cumulostratus, endlich Cirrocumulostratus oder Nimbus, die Regenwolke. Nach Humboldt beträgt die Höhe der niedrigsten Wolken 3690, der höchsten 10—11,000 Fuß; Schäfchenwolken bemerkte er aber noch in 24,624′, Biot und Gay-Lussac noch weit über 21,476′. Die Größe der Wolken wechselt sehr, ihre Farbe ist weiß bis schwarz, oft durch Lichtbrechung bunt, ihre Bewegung richtet sich nach dem Winde. Befindet man sich in ihnen, so gleichen sie mehr oder weniger dicken Nebeln. — Wird der atmosphärische Wasserdampf mehr abgekühlt, so entstehen unter verschiedenen modifizirenden Umständen die Hydrometeore. Unter ihnen ist der Thau der feinste Niederschlag, welcher sich Abends und Nachts vorzüglich an zarte Körper anhängt, und am reichlichsten in heißen Gegenden und bei heiterem Himmel fällt. Nach Kotzebue soll es auf den Südseeinseln gar nicht thauen. Der Thau besteht nach Lampadius aus reinem Regenwasser mit etwas Kohlensäure. Nach Wells soll die Wärmestrahlung von der Erde gegen den heitern Himmel die eigentliche Ursache des Thauens sein; Muncke nimmt

an, daß die Wärme der Körper und des Erdbodens durch die Sonnenstrahlen aufgeregt wird, und an Wasser oder Luft gebunden in die Höhe steigt, nach dem Aufhören der Aufregung aber nebst dem Dampfe, woran sie gebunden ist, zur Erde wieder zurückkehrt. — Verwandelt sich der feine Niederschlag in Wolken, welche die Erde berühren, so nennt man dieses Nebel. Am stärksten sind die N. in Thälern, über großen Flüßen und an Küsten. Sie bestehen gewöhnlich aus reinem Wasserdampfe, und riechen nur dann, wenn mit ihnen Bestandtheile zersetzter Körper verbunden sind. Wolken und Nebel entstehen durch Abkühlung des in der A. befindlichen Wasserdampfes, wenn kältere Luftmassen sich mit wärmern mischen, und werden besonders an den Spitzen der Berge gebildet, welche hoch in die kalte Luft hinaufragend, den Luftschichten leicht Wärme entziehen. — Vereinigen sich die kleinen Bläschen der Wolken zu dichten Massen, welche den Widerstand der Luft leicht überwinden, so fallen sie als Regentropfen herab. Hiebei vermindert sich das Volumen der regnenden Luftmasse, benachbarte Luftschichten strömen herbei, vermehren die Stärke des Regens und veranlassen Winde, fast beständige Begleiter desselben. Andererseits werden die Regen wieder durch die herrschenden Winde wesentlich bedingt; und z. B. für Deutschland, wie überhaupt Mittel- und Nordeuropa haben die Regenwolken im atlantischen Meere ihren Ursprung. Man unterscheidet Staubregen, Landregen, Strichregen, Platzregen und Dunstregen. Der glatteisende Regen fällt aus wärmern Luftschichten und kündet Thauwetter an. Die Größe der Regentropfen wechselt von 1''' bis 1''. Manche Regen treffen nur wenige Quadratruthen und dauern nur wenige Minuten, manche Landregen überziehen ganze Länder und dauern bis 60 Stunden ohne Unterbrechung. Die periodischen Regen der Tropenländer bestehen aus mehreren starken Gewittern jeden Tag, bei welchen unglaublich viel Wasser niederfällt. Nach den Gegenden ist deren Regenzeit etwas verschieden; in manchen finden 2 Regenzeiten statt. — Das Regenwasser im Allgemeinen ist rein, und enthält nur selten etwas Salpetersäure und salzsauern Kalk, häufig auch zufällig beigemengte thierische, vegetabilische und mineralische Substanzen. Der sogenannte Blutregen entsteht von zahlreichen zugleich und an einem Orte aus der Puppe kriechenden Schmetterlingen, deren jeder hiebei einige Tropfen rothen Saftes von sich giebt. Häufig werden auch Saamenstaub von Pflanzen, vorzüglich Nadelhölzern (Schwefelregen), Insekten, Raupen, Krabben, ja Fische und Frösche durch heftige Wirbelwinde in die Luft geführt, und fallen an andern Stellen mit dem Regen wieder herab. Dergleichen Thiere erscheinen dann an ungewöhnlichen Stellen in ungeheurer Menge, und sind also

nicht aus Ritzen, Löchern rc. hervorgekrochen. Dieser Umstand kam in den letzten Jahren in der franz. Akademie öfters zur Sprache, und ist durch zahlreiche Zeugnisse außer allen Zweifel gesetzt. Frosch- und Krötenregen wurden fast immer im Sommer bei Gewittern oder Regenschauern beobachtet vom Obersten Marmier, einem Herrn Peltier bei Ham (l'Institut 1834, p. 346), einer Dame 1804 im Park zu Senlis (a. a. O.), einem Herrn Huard 1833 bei Versailles, dem Kapitän Zickel 1808 bei Burgos, Herrn Gayet 1794 bei Lalain im Norddepartement, Herrn Duparque 1814 zu Fremons, 4 Stunden von Amiens (a. a. O. p. 353—54). In einigen Fällen fielen die Thiere, welche fast nie ausgewachsen, sondern klein, oft noch mit Schwänzen versehen waren, haufenweise auf die Regenschirme, Hüte, Kleider; in einem Falle wurden sie durch ein offenes, in der Richtung des Gewitters liegendes Fenster mit dem Regen in ein Zimmer getrieben. Pfarrer Masson zu Belligué, Departement Loire, sah bei einem Sturm 1820 eine ungeheure Menge kleiner Fische von 9—10''' auf einem Wege von 400 Schritten auf dem Grase herumhüpfen (a. a. O p. 362.). In einem Briefe, eingerückt im Echo du monde savant, erzählt Herr v. Villiers, Conservator des Museums der Naturgeschichte von Chartres, daß er im September 1834 nach einem Gewitter zu Montpellier einen sehr reichlichen Regen von Bulimus truncatus (decollatus?) fallen sah. — Der Reif ist gefrierender Thau oder Nebel, und scheint die Anziehung der Wärme durch die Erde zu bestättigen. Den Rauhfrost oder Eisnebel, jene bei großer Kälte sich bartartig ansetzenden Eisnadeln, leitet Wilson ebenfalls von der größern Erkältung der davon überzogenen Körper ab. — Gefriert der Niederschlag der A. zu krystallinischen Figuren, so entsteht Schnee. Diese Figuren liegen vielfach übereinander und bilden dadurch die verschieden gestalteten Flocken, an denen aber die Krystallform der in Winkeln von 60° vereinigten Nadeln stets sichtbar bleibt. (Scoresby Account etc. Vol. 1. p. 425.) In der heißen Zone fällt Schnee nur in bedeutenden Höhen; so zu Paramos in Quito in 11,400', in der Hochebene von Antisana in 12,600'. Am meisten Schnee fällt in den nördlichen Gegenden; in Gebostadt 1807 gegen 20', in Lenvig 12', in Finnmarken bis über den ersten Stock der Häuser, in Newyork 1741 16' hoch. In Norwegen ist das Schneien oft mit den heftigsten Stürmen verbunden, oder es herrscht ein feiner, alles durchdringender Schneenebel, oder es fällt feiner, den Augen verderblicher, durch die kleinsten Ritzen dringender Staubschnee. Nach Sedilean geben 5—6, nach la Hire 12, nach Muschenbroek erst 24 Zoll Schnee 1 Zoll Wasser. Nach Corradori hat der Schnee durchaus keine befruchtende Eigenschaft, sondern befördert das Pflanzenwachsthum hauptsächlich nur durch den Schutz, den er als schlechter Wärmeleiter gegen die Kälte gewährt. Der Schnee

erscheint, namentlich auf Alpen öfters rothgefärbt, durch eine kleine in ihm wachsende Alge, Protococcus nivalis Agardh; ich fand dergleichen im August 1836 ziemlich häufig am Steinalpgletscher vor dem Sustenpaß. — Honigthau und Mehlthau sind nur eine manchmal stattfindende tropfenweise Ausschwitzung der Bäume und anderer Pflanzen, oder auch ein Sekretum der Blattläuse. — Der Höhenrauch (Heerrauch, Heiderauch) vorzüglich stark 1781, wo er sich über Mittel- und Südeuropa bis Syrien und Afrika verbreitete, und über Bergspitzen von 10,000′ ging, dann 1821 in England und Frankreich, 1819 über einigen Gegenden von Nordamerika, — entsteht wenigstens zum Theil durch das Moorbrennen, so wie aus Substanzen, die aus Hochöfen und Hüttenwerken emporsteigen. Aehnlichkeit mit dem Höhenrauch haben die, oft plötzlich über großen Städten, z. B. Amsterdam, Paris, London entstehenden Nebel. — Der sogenannte fliegende Sommer ist kein Erzeugniß der A. sondern unzähliger kleiner Spinnen.

Das Gewitter, das großartigste und wichtigste Phänomen in der A. entsteht aus starker Anhäufung der Elektrizität in den obern Regionen, und aus einer Vereinigung beider Elektrizitäten beim Niederschlag der Dämpfe. Nahe verwandt hiemit ist das Wetterleuchten und das St. Elmsfeuer, wobei die Elektrizität leuchtend aus einer Wolke in die andere übergeht, oder an spitzen Körpern aus- und einströmt. Auch der Schnee leuchtet oft elektrisch. So sah man am 10. Dez. 1836 in Twann am Bielersee bei stürmischer Witterung leuchtenden Schnee fallen, so daß man anfangs glaubte, es brenne in Gerlafingen. Auf einem Schiffe im See schien zuerst die Kappe eines Schiffers, dann die Kleidung der übrigen, endlich das Stroh der Ladung zu brennen. Nach 5 Minuten hörte das Leuchten wieder auf. — Beim Gewitter nimmt man nach Saussure an, daß die Elektrizität in den Wolken fortwährend durch Verwandlung des expandirten Wasserdampfes in tropfbare Flüßigkeit erzeugt werde. Die im Dampfe enthaltene Elektrizität häuft sich hienach in den Wolken an und kommt im Blitze wieder zur Erde. Je nachdem Wasserdampf erzeugt oder niedergeschlagen wird, ist die Luftelektrizität bald + bald — elektrisch, und geht oft in kurzer Zeit aus einem Zustand in den andern über. Durch den Blitz wird das gestörte elektrische Gleichgewicht hergestellt. Die meisten Blitze fahren aus der Luft auf die Erde herab, doch kommen manche aus der Erde und steigen aufwärts in die Luft. Gegenstände, welche vom Blitz getroffen wurden, mußten sich schon vorher im elektrischen Zustand befunden haben. Durch den heftigen Schlag des Blitzes und das Durchbrechen der Luft entsteht der Donner, dessen nachfolgendes Rollen einige aus Bebungen der Erde erklären wollen. Die mechanischen

Wirkungen des Blitzes, bei welchen er oft unglaubliche Gewalt übt, oft scheinbar launig von einem Gegenstande zum andern springt, die festesten Gegenstände zersplittert, andere manchmal spurlos vernichtet, Metalle schmelzt, Menschen und Thiere durch Ueberreiz lähmt und tödtet, erklären sich aus seinem Verhalten als starker elektrischer Funke. Durch Blitzschläge in tiefen Quarzsand, Schmelzen und Zusammensintern desselben entstehen die sogenannten, oft 10—12′ langen Blitzröhren. — Die Gewitter sind häufig von heftigem Regen, manchmal von Schloßen, Hagel, Stürmen, unter den Tropen Tornados genannt, begleitet. Die Elektrizität erzeugt öfters Landtromben und Wasserhosen, indem sie einzelne Luftmassen in heftige kreisende und fortschreitende Bewegung versetzt, durch welche sie furchtbare Wirkungen hervorbringen. Wir führen unter zahlreichen Beispielen nur eines der neuesten an: merkwürdig noch besonders, weil die Trombe hier als Feuersäule erschien. Den 27. Juli 1835, gegen 6 Uhr Abends, sah man ein feuriges Meteor am Himmel in der Gegend von Agen. Es war nach einem Gewitter, der Donner brummte noch, eine Feuersäule, deren Basis 15 Fuß im Umkreis haben mochte, erschien am Himmel, sich von der Erde zu einer mittlern Höhe über den Horizont erhebend. Bald setzte sie sich in Bewegung, schnell von Südost nach Norwest fortschreitend, tauchte in die Gewässer des Tarn, welche sie aufbrausen und sieden machte, erhob sich dann, sich gegen das Dorf Lizac wendend, wo sie nahe bei einem Hause vorübergehend, mehrere Reihen Ziegel von einem Dache nahm; dann einem mehr als 100jährigen Nußbaum begegnend, zerbrach sie alle seine Aeste, durchbohrte den Stamm wie eine Kanonenkugel und erlosch plötzlich, einen ausgedehnten Rauchwirbel nach sich lassend, der noch lange die Atmosphäre wie ein dichter Winternebel verdunkelte. (l'Institut 1835, p. 288.) Die Wasserhosen stellen von der Luft zur Erde niederhängende Schläuche dar. — Der Gewitterregen ist gewöhnlich kalt, bald + bald — elektrisch. — Die Hagelwolken bilden meistens weiße Streifen in den dunkeln Gewitterwolken. Die kleinste Art des Hagels unterscheidet man als Graupeln, die aus zusammengesinterten Schneeflocken gebildet scheinen; der eigentliche Hagel besteht aus verschieden gestalteten Eisstücken mit weißlichem Kern, wenige Linien bis über Faustgroß, wie z. B. bei dem furchtbaren Hagelwetter in Frankreich 1788. Nur äußerst selten hagelt es bei Nacht. Die Bildung oft so vieler tausend Centner Eis beim Hagel und ihr Schweben in der Luft gehört noch immer unter die schwersten Probleme. Muncke glaubt, der Hagelbildungsprozeß beruhe auf dem gerade in den heißesten Sommertagen stattfindenden Aufsteigen der mit Wasserdampf überladenen Luftschichten, welche bei der vorhergehenden Windstille bis

zu Höhen gelangen, wo ihre Vermengung mit der tief unter dem Gefrierpunkte kalten Luft nicht bloß Niederschläge erzeugt, sondern auch ein Herabströmen jener sehr kalten Luft veranlaßt. Die Hagelkörner bildeten sich also in bedeutenden Höhen, und hiemit im Einklange stünde, daß sie oft heterogene Substanzen, vegetabilische Körper, Sand und vulkanische Asche, Schwefelkiesoktaeder einschlößen. (?) Nach Rüppel soll es in Abyssinien oft hageln, doch nie während Gewittern. Dieß macht die Erklärung der Hagelbildung (wie Humboldt bemerkt) noch schwieriger, indem man bis jetzt die Elektrizität eine große Rolle bei ihr spielen ließ. — Die meisten Gewitter finden im Sommer statt, ereignen sich aber öfters im Winter, wenn unverhältnißmäßige Wärme herrscht, oder auf Kälte oft plötzlich gelindes Wetter folgt. Der von Franklin zuerst angegebene Blitzableiter schützt die Gebäude bis auf gewiße Weite so lange, als die Leitung ununterbrochen ist. In der Mitte geräumiger Zimmer ist man vollkommen sicher, da der Blitz nie eine trockene Luftschichte von nur 3—6 Fuß durchbricht. Gegen den Hagel hat man bis jetzt noch keine Präservative, denn die von Manchen sehr empfohlenen Hagelableiter nützen nichts. — Die **Regenmenge** ist im Ganzen genommen an denselben Orten alljährlich ziemlich gleich, und bedeutend genug, um die Quellen und Flüße zu bilden. In Aegypten regnet es selten, in Lima, in Fezzan nie, in Cayenne sehr häufig. Sehr verschieden ist die Menge des jährlich fallenden Regens an verschiedenen Orten, und beträgt z. B. in Bern 43, Zürich 32, Haag 27/6, Paris 20, Rom 20, Berlin 19/3, London 17, Petersburg 15, Wien 44/8, Algier 25/8, Bergen 73, Charlstown 47/8, Kalkutta 111, auf St. Domingo 113 Zoll. Am größten sind die Regenmengen in der Aequatorialzone. In Europa fällt mehr Regen am Tage, als in der Nacht; in den Goldminen von Marmato regnete es nach Boussingault öfter bei Nacht. (l'Institut 1836, p. 34.)

Die **Morgen- und Abendröthe** entsteht durch Brechung und vielleicht auch Beugung der Lichtstrahlen in den Dünsten der A., wobei nur die stärkern rothen Strahlen die trübe Luft durchdringen; die einfachen und doppelten Regenbogen durch einfache oder doppelte Brechung des Lichtes in den Regentropfen; die **Höfe, Kronen, Nebensonnen** und **Nebenmonde** durch Brechung des Lichtes in feinen Dunstkügelchen, oder nach Fraunhofer und Brandes in Eisprismen. — Dünste und Nebel der A. reflektiren häufig auch die Bilder irdischer Gegenstände. Hierauf beruht die **Luftspiegelung, Kimmung**. Vermöge der Brechung der Lichstrahlen in den über der Erdoberfläche ungleich erwärmten Luftschichten erschienen z. B. der französischen Armee in Aegypten ferne Orte höher liegend und von Wasser umgeben. Bisweilen sieht man zwei Bilder von einem

Gegenstande, ein aufrechtes und ein darüber stehendes verkehrtes. Man las in englischen Blättern 1835: Den 20. September gegen 5 Uhr Abends, als der Himmel mit ziemlich dicken Dünsten bedeckt war, sahen die Landleute in der Nähe des Agar, eines der Hügel des Mendio, am Himmel ein sehr starkes Reiterkorps, welches bald im Schritt, bald im Trott zu defiliren schien. Die Reiter, Säbel in der Hand, waren alle gleichförmig uniformirt, und man konnte Alles bis auf Zaum und Steigbügel unterscheiden. Einige Zeit sah man sie 6 Mann hoch manövriren, dann bildeten sie sich in Reihen. Das Schauspiel dauerte, bis die Dunkelheit die Gegenstände nicht mehr unterscheiden ließ. — Die Küsten Siziliens und Kalabriens, besonders Messina und Reggio erscheinen oft durch Spiegelung in beträchtlicher Höhe; ein unter dem Namen Fata Morgana bekanntes Phänomen.

Die sogenannten Irrlichter, welche noch nicht genügend untersucht sind, mögen, so weit sie der A. angehören, Flämmchen von Phosphorwasserstoffgas sein. Wahrscheinlich werden irrig manchmal Leuchtkäfer oder Flammen der Gasvulkane für Irrlichter gehalten. — Die Meteore und Sternschnuppen, welche von Vielen unter den atmosphärischen Gebilden aufgeführt werden, haben wir bereits S. 255 ff. unter den kosmischen Körpern betrachtet. Doch dürften jene Sternschnuppen, von welchen man gallertartige, schleimige Restanzen fand, der A. angehören, ebenso wie die Staubniederschläge. Von einem der letztern las man in öffentlichen Blättern von Kiachta aus: In der Grenzfeste Zuruchaitujewsk bemerkte man am 30. Oktober (11. Nov.) 1834 gegen 2 Uhr Nachmittags eine Verdunklung der Luft, die nach und nach gegen Abend so stark wurde, daß man weder die nächste Umgebung, noch die Sterne sah. Am folgenden Tag schien die A. mit geruchlosem Rauch erfüllt; es blieb dunkel, wie in der Dämmerung, und die Luft wurde erst gegen Mitternacht wieder rein. An den Ufern des Argun, wie auf dem Eise zeigte sich ein schwarzbrauner, geruchloser, bitterer, salziger Niederschlag. Das Gras bedeckte ein rothbrauner staubiger Niederschlag, welcher aufgestört auf Nase und Hals wirkte.

Wir fügen zu dieser Uebersicht der atmosphärischen Erscheinungen nur noch wenige Bemerkungen aus Forbes o. a. jüngst erhaltenem Werke. — Allmälig tritt man nach F. Dalton's Ansicht bei, daß die Bestandtheile der A. bloß mechanisch gebunden seien, und jeder sich genau in dem Zustande befinde, als wenn er allein für sich eine A. bildete. (Phil. Transact. 1826. Vol. II. p. 174.) — Die Abnahme der Temperatur der Luft nach oben leitet man in neuester Zeit nicht mehr von ihrer geringen Lichtaufnahme und Wärmeentwicklung, sondern von der mit der Luftverdünnung zunehmenden Wärmekapazität ab.

— Die S. 318 erwähnte tägliche Schwankung, wobei das Barometer um 9 Uhr Vormittags und Abends sein Maximum, um 3 oder 4 Uhr Morgens und Nachmittags sein Minimum erreicht, beträgt nach Bouvard in Paris für die Morgenperiode von 9 Uhr Morgens bis 3 Uhr Nachmittags $0{,}_{76}^{mm}$, für die Abendperiode, von 3 Uhr Nachmittags bis 9 Uhr Abends $0{,}_{37}^{mm}$. — Der Druck der Dämpfe auf das Barometer nimmt nach Daniell (Essay on the constitution of the A. p. 73.) vom Aequator nach den Polen hin ab; während er dort etwa 10''' beträgt, ist er in unsern Breiten nur etwa 3'''. Nach Kämtz ist die A. über den großen Meeren mit Dämpfen von Meerwasser gesättigt; je weiter man ins Innere der Kontinente dringt, desto trockener wird bei gleicher Breite die Luft. — Nach Forbes wäre es ausgemacht, daß in den höhern Regionen der A. sehr große Trockenheit herrscht. In der Höhe von $\frac{1}{5}$—1 Meile existirt aber eine Luftschichte, welche öfter als eine andere mit Dampf gesättigt ist, und die Region der Wolken bildet. Kämtz erklärt sich gegen die ziemlich allgemeine Annahme, daß die Luft in der Höhe trockener sei, als in der Tiefe; er fand, daß die Luft bei trübem Wetter in der Höhe viel feuchter ist, als in der Tiefe, bei heiterem Wetter finde das Gegentheil statt, was die Vorstellung eines besondern Vorgangs bei den Hydrometeoren hervorruft. — Die Verdunstung ist am geringsten in der kältern Jahreszeit, nimmt im Frühling sehr schnell zu, erreicht im Juli und August ihr Maximum und nimmt dann wieder ab. Im Sommer ist sie oft 8—9mal so groß als im Winter. — Nebel und Wolken sind Niederschläge des Dampfes in Form von Bläschen. Jene befinden sich am Boden, diese höher; Wolken sind lokale Regen, in einer Luftschichte, an deren Grenzen der durch Vereinigung mehrerer Bläschen entstandene Niederschlag sich wieder auflöst, und Regen ist nur eine hohe auf dem Boden ruhende Wolke, welche unten durchsichtiger ist wegen der Vergrößerung und geringern Zahl der Tropfen. Die Nebelbläschen haben wohl nur wenige Zehntausendtel eines Zolls im Durchmesser, und die Dicke ihrer Hülle ist wohl $= 0''{,}_{0002}$. Dove sagt treffend, eine Wolke sei kein Produkt, sondern ein Prozeß, sie bestehe nur, indem sie entsteht und vergeht. — Innerhalb dem Nord- und Südpassat liegt ein Gürtel der Windstillen, dessen Grenzen sich mit der Abweichung der Sonne ändern und ihr folgen. Im atlantischen Ocean ist die windstille Gegend im August am breitesten $9\frac{3}{4}^0$, im Dez. am schmalsten $2\frac{1}{4}^0$. — Nach Schouw, Dove und Kämtz ergiebt sich, daß im mittlern und nördlichen Europa vorzugsweise südliche und westliche Winde herrschen; im südlichen Europa (Italien) die nördlichen das Uebergewicht haben, was nach Dove der zum Aequator zurückkehrende obere Luftstrom ist,

der sich hier in die Tiefe senkt. Nach Schouw und Kämtz ist in Europa die Luftströmung im Winter meist südlicher als im Durchschnitt des Jahres; im Frühling erheben sich häufig Ostwinde, im Sommer wehen die Winde vorzugsweise aus West und Nord, und im Herbst nehmen die südlichen Winde schnell zu. — Nach Dove sind die regelmäßigen Erscheinungen der Winde zwischen den Tropen, der Passate und Moussons, und die verwickelten Verhältnisse der gemäßigten und kalten Zone nothwendige und einfache Folgen derselben physikalischen Grundbestimmungen. Aus der verschiedenen Rotationsgeschwindigkeit der einzelnen Punkte der Oberfläche der Erde folgt, daß auf d. n. Halbk. Winde, welche als Nordwinde entstehen, bei'm allmäligen Fortrücken durch NO. immer mehr in O. übergehen. Treten nach einiger Zeit Aequatorialströme ein, so wird der mehr oder weniger östlich gewordene Polarstrom durch eine Drehung im Sinne O., SO., S. verdrängt; dieser Südwind geht allmälig durch SW. in W. über, und diese Richtung wird von neuen Polarströmen in NW. und N. verwandelt. Daher dreht sich auf der n. Erdhälfte der Wind, wenn Polar- und Aequatorialströme mit einander abwechseln, im Mittel im Sinne S.W.N.O.S. durch die Windrose; er springt häufiger zwischen S. und W. und zwischen N. und O. zurück, als zwischen W. und N. und zwischen O. und S. Auf d. s. Halbk. gehen Südwinde durch SO. in O. über. Aequatorialströme verwandeln diese Richtung aus O. durch NO. in N. und nach und nach durch NW. in W. woraus durch die Polarströmung die Richtung durch SW. in S. übergeführt wird. Daher ist hier die Drehung entgegengesetzt im Sinne S.O.N.W.S. und der Wind springt am häufigsten zurück zwischen N. und W. und zwischen S. und O. An diese Theorie knüpft Dove eine Menge Folgerungen, für welche wir auf seine Abhandlungen (Poggend. Annal. Bd. 11—36) oder auf Forbes S. 169 ff. verweisen. — In der Sahara, den Sandebenen Irans, des nördlichen Chile's, der Küste Bolivia's und im südlichen Peru regnet es gar nie; fast eben so wenig regnet es da, wo der Passat zwischen den Tropen mit größter Regelmäßigkeit und Stärke auf dem Meere weht. In der veränderlichen Region der Windstillen, wo die Erscheinungen des aufsteigenden Stromes am entschiedensten hervortreten, regnet es fast das ganze Jahr hindurch. An der Polargrenze der Passate regnet es nur, wenn sich die Sonne in der entgegengesetzten Halbk. befindet. — Die Hauptursache der atmosphärischen Niederschläge führt Dove auf das gegenseitige Verdrängen der beiden, in unsern Breiten beständig mit einander kämpfenden Ströme NO. und SW. zurück. — Indem die Wolken und Dämpfe an den Gebirgen aufgehalten werden, fällt daselbst mehr Regen. Je mehr man im Allgemeinen im

Gebirge hinaufgeht, desto mehr nimmt sein Uebergewicht zu, und die Regenmenge, welche auf Hochflächen und Berglandschaften fällt, übertrifft die im Niveau des Meeres fallende. — Ueber die Krystallformen des Wassers, aus welchen der Schnee entsteht, s. außer Scoresby's oben angef. Figuren auch die Beobacht. von Marx in Schweigg. Jahrb. Bd. 54. S. 429. — Die bedeutende Menge Elektrizität, welche unaufhörlich in der A. erzeugt wird, leitet Pouillet 1) aus der Vegetation her. Er fand durch Versuche, daß die Verbindung des Sauerstoffs mit den Bestandtheilen der lebenden Pflanzen eine dauernde Quelle der E. abgiebt, indem das Erdreich dabei — e. wird. 2) Aus der Verdunstung. Nach Volta ruft die Aenderung des Aggregatzustandes E. hervor; chemisch reines Wasser zeigt bei'm Uebergang in Dampf zwar keine E.; nach Pouillet erregt aber die bei der Verdampfung statt findende Absonderung der in der Flüssigkeit aufgelösten festen Stoffe, namentlich des Kochsalzes im Meerwasser, e. Spannung. — Allgemein nimmt man jetzt an, daß die Elektrizität der Luft bei heiterem Wetter immer + ist, und mit der Höhe an Intensität zunimmt. — Nach Dove, Schübler und Kämtz ist die Elektrizität nicht, wie man gewöhnlich glaubt, die erste Veranlassung bei der Bildung der Gewitter, sondern nur begleitende Erscheinung derselben. Bei'm Ausbruche eines Gewitters finden viele Schwankungen in der Stärke der anfangs + E. statt, welche sich oft plötzlich in — E. verwandelt; eine e. Fluth und Ebbe zieht gleichsam an der Erdoberfläche dahin.

II. Hauptstück.

Das Meer und die Gewässer der Erdfeste.

Das Meer ist, wie gesagt, das zweite Organ des Erdganzen, und bedeckt fast drei Viertheile des Planeten als unvollständige Wasserhohlkugel, aus welcher die Kontinente und Inseln emporragen. Der Ocean ist also übermächtig auf der Erde, und scheint sie unter den 4 sonnennächsten Planeten besonders zu charakterisiren, denn weder auf Mars noch Venus noch Merkur ist eine verhältnißmäßig gleich bedeutende Wassermasse vorhanden.

Das Meer ist gleichsam ein Gegenbild des Luftkreises ober ihm, und in letzterm liegen zahlreiche es bewegende Kräfte. Der Himmel spiegelt sich in der Meeresfluth, und alle seine

Zustände scheinen in dieser wieder. Wie keine Beständigkeit in der Atmosphäre herrscht, so auch keine im Ocean, — hier wie dort ein immerwährender Wechsel von feierlicher Ruhe zur wildesten Bewegung, von goldenem Sonnenlicht und buntem Farbenspiel zu dunkeln Schatten und schwarzer Nacht. Die Atmosphäre wird für das Meer das vornehmste Bestimmende, tritt mit ihm und seinen Bewohnern in eine elektrisch organische Wechselwirkung, und verhält sich zu ihm im Erdorganismus, wie im thierischen die Lunge zum Herzen.

Ausserdem nimmt das Meer an kosmischen Verhältnissen Antheil, und wird durch den Schwerezug des Mondes und der Sonne zu Ebbe und Fluth bestimmt. Die größten Strömungen in ihm erfolgen durch die Axendrehung der Erde und durch die Temperaturausgleichung der Polar- und Aequatorialgewässer. In Folge der ersten entsteht eine scheinbare Strömung in den großen Meeren der heißen Zone von Ost nach West, also entgegengesetzt der Rotationsbewegung, — weil das Meer als Flüssiges nicht mit gleicher Schnelligkeit dem Umschwung der Erde zu folgen vermag, daher beständig etwas zurück bleibt. In Folge der zweiten strömt von den Polen her fortwährend das kalte und schwere Polarwasser in der Tiefe gegen den Aequator, und von diesem das warme, leichtere Wasser auf der Oberfläche gegen die Pole. Ausser diesen großen und allgemeinen Strömungen giebt es unzählige kleinere, welche theils sekundär durch Ebbe und Fluth und Ostweſtströmung, durch die Gestalt der Küsten, durch die Richtung und Tiefe der Meerengen, in welche größere Wassermassen sich einzwängen, durch die Beschaffenheit des Meeresbodens, örtliche Temperaturungleichheiten, und ganz vorzüglich durch die herrschenden Winde bedingt sind.

So ist das Meer ein immer Bewegtes. Schwerlich würde demungeachtet diese riesenhafte Wassermasse, gegen welche alles Gewässer des Landes als unbedeutend verschwindet, erfüllt wie sie ist, mit organischen Stoffen aller Art, der fortwährenden Erwärmung widerstehen, ohne in Fäulniß zu gerathen, wäre sie nicht mit Salzen geschwängert, die in den heißen Regionen reichlicher als in den kalten vorhanden sind. Sie

erhalten seine Mischung gegen die Einwirkung der Sonnengluth, und vermehren zugleich sein spezifisches Gewicht.

Das Entstehen und Dasein des Meeres ist räthselhaft, und stammt aus uralten Zeiten des Erdelebens. Wahrscheinlich erzeugte es sich aus dem früher in der Atmosphäre vorhandenen Sauerstoff und Wasserstoff, und schlug sich als tropfbare Masse nieder, als die Erkaltung der Erde bis auf einen gewissen Grad fortgeschritten war. In ihm waren und sind die mannigfachsten Stoffe aufgelöst, welche sich als Niederschläge absetzen; aus ihm giengen die ersten Lebendigen hervor. Auch jetzt birgt es in seinem Schooße eine unübersehbare Fülle sekundärer Organismen, und vielfache wunderbare Formen derselben mögen wohl in seinen unergründeten und unergründlichen Tiefen hausen, welche nie ein Menschenauge sehen wird.

Im Menschen erweckt das Meer den Gedanken des Unermeßlichen. Betrachtet man vom Ufer den endlos sich ausbreitenden Ocean, so bricht, wie das Gestade am Meer, die alte Gedankenreihe ab, und eine Welt neuer Ahnungen schließt sich auf. Jenseits des trennenden Meeres liegt aber immer Land, und die Fluthen von jenem, welche in der Kindheit menschlicher Kultur die Völker der Erde schieden, tragen jetzt unendlich mehr zu ihrem Verkehre bei, als selbst das Land. So beweist auch das Meer, daß im Menschen lauter Kräfte liegen, welche denen der Natur entsprechen. Je gewaltiger, je furchtbarer die letztern sind, desto herrlicher und fruchtbarer wird auch der Sieg über sie.

Alle **Gewässer des Festlandes** verdanken dem Meere ihren Fortbestand, und manche der größern stehenden Wassermassen auch ihr Dasein. Die unter dem Einfluß der Wärme erfolgende Verdunstung des Oceans bildet vorzüglich die Wolken, deren Dunst sich an den höchsten und kältesten Theilen des Landes in tropfbarer Form niederschlägt, oder in Hydrometeoren zu Boden fällt. Hiedurch werden die Quellen erzeugt, welche die Seen speisen, und die Flüsse bilden. So wie das der Tiefe zustrebende, allenthalben den Boden durchdringende Gewässer auf eine feste Sohle stößt, welche seinem weitern Eindringen ein Hinderniß entgegensetzt, so bricht es seitwärts

in Quellen aus. Die meisten Quellen werden also durch atmosphärischen Niederschlag erzeugt, — einige jedoch aus Vulkanen entspringende durch Sublimation, indem unterirdischer Wasserdampf in die Höhe steigt, und sich an den kältern, obern Gesteinsmassen zu Wasser verdichtet. Auch die aus dem granitischen Gebirge strömenden heißen Quellen dürften auf diese Weise entstehen: nur daß hier die Stelle des vulkanischen Feuers von der Centralwärme der Erde selbst vertreten wird. Erfüllt mit den der Tiefe entführten Stoffen, und hiedurch heilkräftig treten viele von ihnen als Thermen oder Mineralwässer in eine spezielle Beziehung zum menschlichen Organismus.

Gestalt und Vertheilung des ganzen Systems der Süßwasser wird durch die plastischen Verhältnisse der Erdoberfläche bedingt. Richtung und Form der Gebirgszüge bestimmen jene der Gewässer, von den Quellen an, welche von den kalten Felswänden, oder unter den Gletschern herabrinnen, bis zu den stolzen, Reiche trennenden Strömen, welche an ihrem Ursprung oft nur durch eine niedrige Wand geschieden, ihr Ende in weit von einander liegenden Meeren finden. Auch die Geschwindigkeit der Flüsse, die Stürze, Seen, Sümpfe, die sie etwa bilden, sind durch die Gestalt des Landes bedingt. Die Geschwindigkeit ist im Allgemeinen das Produkt der Höhe der Quelle über der Mündung, dividirt durch die Länge des Laufes.

Die sämmtlichen Gewässer der Erdfeste eilen wieder der gemeinschaftlichen Stätte ihres Ursprungs zu. So findet zwischen Meer und Land ein beständiger Kreislauf des Wassers statt, das von jenem in Dampfform aufsteigt, von diesem als Tropfbarflüssiges die Tiefe suchend, wieder zum Ocean zurückkehrt.

Das Meer

nimmt beinahe ¾ der Oberfläche der Erde und zwar deren tiefste Stellen ein. Nimmt man an, daß seine größten Tiefen so vielmal bedeutender denn die höchsten Punkte des Landes sind, seine mittlere Tiefe um so viel größer, denn die mittlere Erhebung des Landes: als sein Flächeninhalt den des Landes übertrifft, so würde die aus dem M. vorragende Erde nur etwa zu ⅑ ausreichen, das Becken des M. zu erfüllen, und dieses müßte demnach die ganze

Erdoberfläche bedecken. Wegen der ungleichen Erhebung des Landes tritt das M. stellenweise tief in das Innere desselben, und bildet zum Theil große fast ganz von Land umschlossene Meere, wie das Mittelmeer, rothe M. rc. In einem Erdtheile, nämlich Asien sind wahre Binnenmeere vorhanden, welche jetzt keinen Zusammenhang mehr mit dem Ocean haben, aber aus Salzwasser bestehen und Meeresorganismen nähren; sie sind das Kaspische und das Aralmeer, die immer, jedoch ganz unrichtig unter den Seen aufgeführt werden. Das Niveau des Kasp. M. sollte nach Parrot's und Engelhardt's Nivellement von 1812 (nebst einem umliegenden Theile des bewohnten asiatischen Kontinents) 300′ Par., nach Monteith 366′ Par. unter dem schwarzen M. liegen; das Aralmeer liegt nach Duhamel und Anjou 109¾′ Par. höher, als das Kaspische. Freilich hat Parrot nach einem neuern barometr. Nivellement (Reise n. d. Ararat. II Thl. Berl. 1834) dieses Resultat wieder zurückgenommen. — Im Allgemeinen ist das Niveau der M. gleich; doch stehen einige eingeschlossene M. etwas höher, als offene, so fand man die Ostsee 1782 um 8 Fuß höher als die Nordsee, und das rothe M. steht wegen der Westströmung des indischen Oceans, wobei das Wasser im arabischen Meerbusen zusammengedrängt wird, höher als das Mittelmeer; wahrscheinlich steht auch der atlantische Ocean an der Landenge von Panama wegen der großen Westströmung höher, als das stille M.

Geographisch unterscheidet man 5 Hauptmeere: 1) das nördliche Eismeer, innerhalb des Polarkreises, an der Nordküste von Amerika durch die Baffinsbai mit dem atlantischen, durch die Behinrgsstraße mit dem stillen M. zusammenhängend. Das weiße und Karische Meer sind Buchten von ihm. 2) Das atlantische M. zwischen den beiden großen Kontinenten von einem Eismeer zum andern reichend, über der Südspitze von Afrika mit dem indischen, über jener von Amerika mit dem stillen Ocean zusammenfliessend. Arme oder Buchten von ihm sind: die irländische See, die Nordsee, Ostsee, das Mittelmeer; (Theile oder Buchten desselben sind wieder das Balearische, Ligurische, Tyrrhenische, Jonische, Adriatische, Aegeische Meer; durch die Meerenge der Dardanellen, das Meer von Marmora und die Meerenge von Konstantinopel steht das Mittelmeer in Verbindung mit dem schwarzen Meere, dessen größte Bucht das Asow'sche ist. An Kleinasiens Küste liegen die Bucht von Skanderum, von Gaza; an der afrikanischen Küste liegen der Golf von Sidra, von Kabes und von Tunis.) Im südwestlichen Theil des Atlantischen M. liegt der Meerbusen von Guinea; in Amerika dringen ein: die Hudsonsbai, Lorenzbai, der Meerbusen von Mexiko (mit der Campechebai), das Karaibische Meer (mit den Buchten von Venezuela, Darien, Honduras) die Allerheiligenbai,

Bai von Rio Janeiro. 3) Das Indische M. nach Norden Westafrika und Südasien bespühlend, im Westen mit dem atlantischen, im Osten durch die Straße von Malakka und die Sundastraße mit dem großen Ocean, im Süden mit dem südl. Eism. zusammenfließend. Theile von ihm sind: die Straße von Mozambique, der arabische, persische und bengalische Meerbusen. 4) der große Ocean, oder das stille Weltmeer, über 2/7 der ganzen Erdoberfläche (2,800,000 □ M.) bedeckend, im O. von Asiens und Neuhollands, im W. von Amerika's Küsten begrenzt, im N. und S. mit den beiden Eismeeren zusammenfließend. Der Busen von Karpentaria, die Botanybai, das Chinesische, Molukkische, gelbe, Japanische, Ochotzkische und Kamtschatkische Meer sind seine westlichen Busen; in seinem östlichen Theile, an Amerika's Westküste liegen: das Westkaledonische M., die Busen von Kalifornien, Panama und Guayaquil. Durch die Torres- und Baßstraße fließt es mit dem indischen, durch die Magalhaensstraße mit dem atlantischen M. zusammen. 5) das südliche Eism., arm an Inseln, kein Festland bespühlend.

Da der Meeresboden dieselben Ungleichheiten wie das Land darbietet, so wechselt die Tiefe des Meeres nothwendig außerordentlich. Will man auch nicht annehmen, daß die tiefsten Stellen die höchsten Punkte des Landes so vielmal übertreffen, als der Flächeninhalt des M. jenen des Landes, also bis 3 Meilen senkrecht betragen, so kann man doch behaupten, daß sie mindestens denselben gleichkommen, daher über eine deutsche Meile unter den Wasserspiegel hinabreichen, so viel, als die Spitzen des Himalayah und der Kordilleren über denselben emporragen. Kapit. Roß fand die Baffinsbai an verschiedenen Stellen 100—1070 Klafter tief. Man will überhaupt bis 1200 Klafter gemessen haben, eine wegen der Strömungen und des geringen Eigengewichtes der langen Seile, vermöge welchem sie die Gewichte endlich schwebend erhalten, der großen Kompression, also Dichtigkeit des Wassers in bedeutenden Tiefen &c. unsichere Operation. Die verschiedenen Bathometer, Tiefenmesser, sind nur bis auf einen gewissen Grad zuverläßig. Laplace berechnete die mittlere Tiefe des M. auf 12000′; hiernach hielte der Ocean etwa 3,000,000 Kubikmeilen; eine Wassermasse, gegen welche alle Gewässer des Landes völlig unbedeutend erscheinen. Man berechnet die jährliche Wassermenge, welche sämmtliche Ströme dem M. zuführen, auf 75 □² M., so daß, wenn keine Verdunstung stattfände, 40000 Jahre verfließen würden, bis die Flüsse das leergewordene Meeresbecken wieder zu füllen vermöchten.

Das Meerwasser hat wegen seines Salz- und Kalkgehalts bitter-salzigen Geschmack und größere spez. Schwere, als das Süßwasser. Die Meere der wärmern Zonen scheinen salzreicher, und vielleicht ist der Salzgehalt sogar zeitlichen Aenderungen unterworfen.

Nach Vogel enthielten 1000 Th. Wasser aus dem atlantischen Ocean nach dem Abdampfen 38 Th. fester Substanzen: nämlich $0_{/23}$ Kohlensaures Gas, $3_{/50}$ salzsaure Bittererde, $0_{/15}$ schwefelsauern Kalk, $0_{/20}$ kohlensaure Kalk- und Bittererde, $5_{/78}$ schwefels. Bittererde, und $25_{/10}$ salzsaures Natron. Wasser aus dem Mittelm. enthielt unter 1000 Th. 41 Th. fester Substanzen, namentlich einen größern Gehalt von salzs. und schwefels. Bittererde. Andere Analysen in andern Gegenden weichen mehr oder minder ab; im Mittel ist der Salzgehalt des Meerwassers $3_{/5}$ Prozent. (Der größere Salzgehalt des Mittelm. soll die Kessel der Dampfschiffe viel leichter durch Salzansatz verderben, als dieses im atlantischen M. der Fall ist. Eine regelmäßige 6monatliche Fahrt zwischen Falmouth und Lissabon habe im Dampfboot Carrion keine größere Inkrustation gebildet, als eine Fahrt von Malta nach Vurla. Engl. Bl.) Außerdem, daß die Salze das Faulen des Meerwassers verhindern, verdichten sie es, und reguliren dadurch das Maas der Verdunstung. Zugleich umwickeln sie die vielen organischen fettigen und öligen Stoffe, damit sie sich nicht an der Oberfläche sammeln, und die Verdunstung hindern. Dann bewirken sie auch als schlechte Wärmeleiter einen höhern Grad der Temperatur. Zu den verschiedenen Versuchen von Irving, Wurzer rc., das Meerwasser trinkbar zu machen, ist ein neuer von C. F. Saltzer, (Versuch zu einer Verdünstung und deren Anwendung bei Salinen rc. Heilbronn 1833) gekommen, nach welchem das Meerwasser mittelst der Luftpumpe, durch Aufhebung des Drucks der Atmosphäre verdunsten soll. Dieser Dunst entzieht dem zurückbleibenden Wasser die Wärme, bleibt aber zum Theil als Dunst, wiewohl sehr expandirt, jedoch mit Wärmestoff beladen, auf der obern Wasserschicht sitzen. Hinzukommende trockene Luft saugt den Dunst vollends ein, wird durch die Pumpe wieder weggezogen, und das Wasser alles seines Wärmestoffs beraubt, fängt an, zu krystallisiren oder zu gefrieren. — Der Salzgehalt des Meeres wurde ohne Zweifel mit seiner Bildung selbst gegeben, und die Salzlager der Erdfeste sind nur Depositionen des sie ehemals bedeckenden Meeres. — Das Wasser des M. wie das süße ist, jedoch nur wenig elastisch, was schon früher 1777—79 W. Zimmermann durch Abichs Druckmaschine bewieß, und seitdem die Versuche von Pfaff, Perkins, Sturm rc. bestättigten.

Die in verschiedenen Gegenden fast gleiche spez. Schwere des Meerwassers kann man im Mittel zu $1_{/026}$ annehmen. — Die Temperatur des M. ist in tiefen Breiten gegen 2° höher, als die der Luft, und die mittlere Temperatur überall höher, als die des angrenzenden Landes, in dessen Nähe, so wie über Untiefen das M. kälter ist. Das kältere Polarwasser strömt wegen größerer Schwere in der Tiefe dem Aequator zu, weßhalb auch in den

tropischen M. das Wasser in größern Tiefen bedeutend kälter ist. Wanchope fand nahe an der Linie das Meerwasser an der Oberfläche 23°, in 1000 Faden engl. nur 5°/5; Sabine in 20° n. B. an der Oberfläche 28°/2, in 3000′ Tiefe 9/7 und 7/5; Horner fand in 23°, 27°, 30° n. B. in 10 bis 120′ Tiefe eine beständige Wärme von 13—14°; Kotzebue bei den Aleuten an der Oberfläche 18°, in 200 Faden Tiefe 4°/4. Nirgends scheint der Meeresgrund gefroren zu sein, und in sehr großen Tiefen findet vielleicht sogar wieder eine Zunahme der Temperatur statt. In einem über diesen Gegenstand in der geogr. Gesellschaft zu Paris 1833 gelesenen Memoire zieht d'Urville folgende Schlüsse: In der ganzen Ausdehnung der freien Meere ist 1) die allgemeine Temperatur der untern Schichten in 600 Faden und mehr Tiefe fast gleich, zwischen 4 und 5°. 2) Diese Temperatur modifizirt sich allmälig gegen die Oberfläche zu, deren Wärmegrad von der Jahreszeit abhängt. 3) Nahe am Gleicher, zwischen 10° n. B. und 10° s. B. scheint eine besondere Ursache in den tiefern Meeresschichten unter 100 Klaftern eine schnellere Erkaltung zu bewirken. Im Mittelmeer scheint die Temperatur bis 150 Faden Tiefe noch von jener der obern Schichten abzuhängen, und die Schichten unter jener Tiefe haben eine Temperatur von etwa 13°. 4) In den Seen nimmt die Wärme nach der Tiefe zu ab, und das Maximum der Erkaltung ist 4°/4. (l'Institut 1833. p. 198.) Die Verdichtung des Wassers ist nicht bei 0°, sondern bei 3°/5 R. am stärksten. Von diesem Punkt aus dehnt sich das Wasser beständig aus, sowohl beim Abkühlen, als bei der Erwärmung. Wenn eine Wassermasse bis auf + 3°/3 erkältet ist, kann nur noch die Oberfläche weiter erkalten. Daher behalten die Seen auf dem Grund stets 3—4° Wärme, wie die tiefern Flüsse, Bäche, Teiche, welche daher selten bis auf den Grund gefrieren. Wäre das Wasser bei 0°, wo es gefriert, am dichtesten, so würde die ganze Masse bis zu 0° erkalten, und dann plötzlich erstarren, was für die Wasserthiere höchst verderblich wäre. — Wenn das Eis thaut, so entstehen zuerst auf seiner Oberfläche kleine Tröpfchen, die, weil sie das Licht verschieden brechen, das Eis undurchsichtiger und trüber machen. Sie vergrößern sich, fließen zusammen, und bilden Kanäle, welche die Masse immer mehr durchfurchen und gebrechlich machen. Die bei'm Gefrieren zuerst entstandenen Nadeln dauern meistens am längsten. Nach Parrot gefriert das Seewasser erst bei — 4° R. nach Marcet bei — 5 bis 5°/5 C. Bei'm Gefrieren des Polarmeeres bildet das ausgeschiedene Salz feine Krystalle, welche der Wind in kleine Haufen zusammenweht. Das nördliche Eism. gefriert oft sehr schnell, und vorher wird das Gewässer plötzlich ganz ruhig. Das Meereis giebt bei'm Aufthauen süßes Wasser, da im Gefrieren das Salz ausgeschieden wird. Scoresby sah im nördlichen

Eism. Eisfelder von 100 engl. M. Länge und 50 M. Breite; Ellis sah Eisberge von 1500—1800′ Höhe, und einige in 60—80 Toisen Tiefe auf dem Grunde festsitzende. Forster zählte einst vom Mastkorbe aus 160 schwimmende Eisberge, zum Theil Meilen lang, an der Grenze eines unübersehlichen Eisfeldes treibend. Solche Massen erschweren bei ihrer Bewegung (wobei sie gewöhnlich rotiren) die Schifffahrt zwischen ihnen außerordentlich, zerquetschen die stärksten Fahrzeuge wie Nußschaalen, und bringen Kälte in die südlichen Gegenden. Schon in großer Ferne kündet sich das Polareis durch einen eigenen (phosphoreszirenden?) Schein, Eisblinkern genannt an. Seine Farbe ist bläulich oder grünlich, die Spitzen glänzen in der Sonne wie Gold, weßhalb der Himmel über ihnen grün erscheint. Der Wind, welcher von ihm herkommt, ist schneidend kalt, und seine einzigen Bewohner sind Eisbären, Polarfüchse und Sturmvögel. —

Nach Davy ist auch das reinste Wasser nicht vollkommen farblos, sondern schwach bläulich. Große Wassermassen können durch vielfache Substanzen gefärbt sein; Süßwasserseen erscheinen durch vermoderte gelbe Pflanzentheile in Verbindung mit dem Blau des Wassers grünlich. Das Seewasser erscheint durch das in ihm enthaltene Jod und Brom grünlich gefärbt; woraus sich das Rosenroth erklärt, das Halley in der Taucherglocke beobachtete, und welches das in größere Tiefe dringende grüne Licht bei seiner Reflexion im Auge erzeugt. (Halley sah nämlich tief unter dem Wasser das Obertheil seiner Hand, worauf die Sonne durchs Wasser, und durch ein Fenster in der Glocke schien, rosenroth, das Untertheil grün.) Die Farbe des M. in größerer Ferne angesehen wechselt sehr in grünen und blauen Nuancen nach Stand und Richtung der Sonne, Färbung, Zahl und Stellung der Wolken, Beschaffenheit des Grundes ꝛc. — Seen und Meeresstrecken erscheinen öfters durch fremdartige Körper gefärbt. Das Nordmeer erscheint zur Zeit der Häringszüge herrlich silberglänzend. Tremarec fand das M. bei Norwegen von kleinen Fischen roth gefärbt. An den Küsten von Brasilien, der Mündung des Plata ꝛc. erscheint das M. oft durch kleine Krebse hell- oder dunkelroth, oder braun. Die dunkelrothe Farbe des Meerbusens von Kalifornien (Purpurmeer) soll ebenfalls von unzähligen Seekrebsen herrühren. Im M. von Grönland sah Scoresby manchmal olivengrüne Streifen von 10—15 engl. M. Breite und 150—200 M. Länge, gebildet aus unzählbaren nur ¼ Zoll von einander entfernten kleinen Medusen, welche $\frac{1}{20}$—$\frac{1}{30}$″ im Durchm. und 12 paarweise beisammenstehende braungrüne Flecken an ihrem durchscheinenden Körper haben. Ein Kubikzoll Wasser enthielt 64; ein Kubikfuß demnach 110,592; eine engl. Kubikm. 23,888,000,000,000.

Das rothe M. soll seinen Namen von den vielen rothen Blumen der Lotuspflanzen, das gelbe M. vom gelben eisenhaltigen Thon des Hoangho haben. — Die Durchsichtigkeit des Meerwassers ist in verschiedenen Gegenden verschieden groß. Ein hinabgelassenes Brett wurde nach Freycinet unsichtbar bei der Insel Waigiou in 59′—73′/₃, bei Port Jackson in 38′/₃, bei Neuseeland in 35′, bei Aszension in 28—36′ Tiefe. Außerordentlich klar ist das M. an den Westindischen Inseln, und die in der Tiefe wimmelnden, wegen der Refraktion ganz nahe scheinenden Thiere gewähren den herrlichsten Anblick. In 20 Faden Tiefe ist nach Horsbourgh daselbst weißer Meeresgrund noch sichtbar. Bei Mindora im indischen M. erkannte Derselbe sogar in 25 Faden Tiefe noch die gefleckten Korallen. Das Wasser absorbirt also das Licht nicht außerordentlich stark, weshalb die Konvexlinsen der Taucherglocken in 25′ Tiefe noch als Brenngläser wirken. — Das Leuchten des M. beruht auf verschiedenen Ursachen. Meistens rührt es von phosphoreszirenden Thieren sehr verschiedener Klassen aus den großen Abtheilungen der Gastrozoa und Thoracozoa her, worüber im 8ten Buch das Nähere zu finden ist. Nach Tilesius und Macartney kommt das Leuchten bloß von kleinen lebenden Thieren; nach Langsdorff, Peron, Oken, Bladh auch von faulenden, fettigen und schleimigen Thierstoffen. Oft ist dieses Leuchten so stark, daß die segelnden Schiffe eine Feuerfurche nach sich ziehen; vorzüglich lebhaft zeigt es sich bei'm Wellenschlag, wie denn überhaupt irgend ein Reiz, welcher die Thierchen zu beschleunigten Bewegungen antreibt, das Licht verstärkt. Ob nicht das Meerwasser auch elektrisch, ohne Vorhandensein von Thieren leuchten könne, ist noch nicht ausgemittelt, aber wahrscheinlich. Vergl. über das Leuchten d. M. Labillardieres, Krusensterns, Langsdorffs, Perons Reisen; Schweigg. Journ. XII. S. 343 und LII. S. 316. Neue Schwed. Abhandl. Bd. 28. Gilberts Annal. LXI. S. 1, 113, 164, 324. Ehrenberg, über d. Leuchten d. M. Berl. 1835. 4. m. Abb. (Berl. Denkschr. Jahrg. 1834.)

Im M. finden vielfache regelmäßige und unregelmäßige Bewegungen statt, wodurch (nebst seiner Mischung und dem höchst regen Stoffwechsel in ihm) der Fäulniß desselben vorgebaut wird. Unter den regelmäßigen Bewegungen ist die wichtigste die Ebbe und Fluth. Durch die anziehende Kraft der Sonne und (vorzüglich) des Mondes wird das M., sobald diese Himmelskörper durch den Meridian gehen, in die Höhe gehoben, und sinkt nach dem Aufhören der Anziehung wieder. Es wird hienach eine tägliche Periodizität eintreten; außerdem entsteht noch eine monatliche durch die relative Stellung des Mondes in den Quadraturen und Syzygien, und eine jährliche durch die Stellung der Sonne in den Aequinoktien und Solstitien. Der Durchgang von Sonne und

Mond erfolgt täglich 2 Mal, im obern und untern Meridian; daher muß (sagt man) Fluth und Ebbe täglich 2 Mal wiederkehren. Etwa 6 Stunden des Tages währt die Fluth, wobei das M. steigt, die flachen Ufer überschwemmt, die Flüsse an ihren Mündungen aufstaut; nach Erreichung seines höchsten Standes, auf dem es einige Zeit verweilt, beginnt es nahe an 6 Stunden lang zu fallen, was die Ebbe ist, wobei wieder ein tiefster Stand erreicht wird, nach dessen Aufhören abermal die 6 Stunden lange Fluth beginnt, welche einer neuen eben so lange währenden Ebbe weicht. Die ganze Periode, innerhalb der 2 Fluthen und 2 Ebben statt finden, dauert 24 Stunden 50 Minuten, binnen welcher Zeit der Mond wieder zu seinem Meridian zurückkömmt; 2 hochste Fluthpunkte werden daher immer um 12 St. 25 M. auseinander liegen, und von einer Morgenfluth oder Abendfluth zur andern werden 24 St. 50 M. verfließen, um welche Zeit jede Morgen- oder Abendfluth immer später als die nächst vorhergehende eintritt. Die Fluthen zur Zeit des Neu- oder Vollmonds steigen viel höher und heissen Springfluthen, und die der Quadraturen, Nipfluthen genannt, bleiben viel niedriger als die mittlern Fluthen. Alle Erscheinungen der Ebbe und Fluth erfolgen in ganzer Reinheit nur in großen freien Meeren. In eingeschlossenen Meeren, in der Nähe des Landes werden sie ungemein modifizirt; die Zeit des Hochmeeres wird verzögert, seine Höhe außerordentlich vermindert oder vermehrt. Von den Seen zeigen nur noch die größten Ebbe und Fluth. Manche große Seen mögen, wie der Ontariosee, regelmäßige Ebbe und Fluth haben, die nicht von den Himmelskörpern, sondern wie bei jenem von den wechselnden See- und Landwinden abhängt. Für denselben Hafen an der See sind die Verhältnisse zwar so beständig wie im offenen M., aber für 2 auch nahe aneinander gelegene Häfen können sie sehr ungleich sein; so tritt z. B. für Dünkirchen der Hochfluthpunkt erst 12 Stunden nach der Kulmination des Mondes ein, in St. Malo 6 St. nach derselben, am Vorgebirg d. g. H. schon nach 1½ St. Die Zeit nach der Kulmination des Mondes, wo das Hochmeer am Tage des Noviluniums für irgend einen Hafen eintritt, nennt man das Etablissement desselben. Von diesem Augenblicke aus werden alle folgenden Eintrittszeiten des Hochfluthpunktes für diesen Monat berechnet. Für Hamburg ist das Hafenetablissement 5 St., für Amsterdam 3, Calais 11 St. 40 M., Lissabon 4, London 2 St. 45 M., Brest 3 St. 45 M., Cadix 1 St. 15 M., Portsmouth 11 St. 40 M. rc. Die halbe Summe von 2 nächsten Hochfluthpunkten über dem Niveau der zwischen ihnen liegenden tiefsten Ebbe heißt Totalfluth. Man findet sie für jeden Hafen aus dem Mittel vieler Beobachtungen. In Frankreichs Häfen treten

die größten Fluthen immer $1^1/_2$ Tag nach dem Neu- und Vollmond ein, und man verdankt Laplace eine Formel, nach welcher man die Höhe der Fluth für alle Neu- und Vollmondstage berechnen kann, nachdem man die Totalfluth eines Hafens aus Beobachtungen kennt. Die Regelmäßigkeit all' dieser Verhältnisse erklärt man aus dem Gravitationsgesetze, obschon nicht zu läugnen ist, daß noch nicht alle Umstände hiebei vollkommen deutlich sind; vor allem der, daß eine doppelte Fluth und Ebbe statt findet. Die Anziehung, welche der Mond ausübt, sagt man, muß für den Punkt der Erde, oder hier des Meeres, welcher ihm am nächsten steht, am größten sein, für den von diesem um 180° entfernten Punkt am kleinsten, und für nur 90° von jenem abstehende Punkte etwa eben so groß, wie für den Mittelpunkt der Erde. Da also jener dem Monde nächste Punkt stärker, als der Erdmittelpunkt angezogen wird, so wird derselbe oder das ihn umgebende Wasser sich dem Monde nähern, also steigen. Auch der Erdmittelpunkt wird noch stärker vom Monde angezogen, als jener 180° entfernte Punkt; dieser letztere wird daher hinter dem Erdmittelpunkte zurückbleiben, sich von ihm entfernen, und demnach gleichfalls steigen. (?) Alle Orte, welche mit den beiden Punkten, jenem dem Monde nächsten und dem von ihm fernsten im gleichen Meridian liegen, werden, obwohl in geringerm Grade dieselben Erscheinungen zeigen. Da aber Mond und Sonne sich nie sehr weit von der Ebene des Aequators entfernen, so werden auch nach der Theorie jene beiden Punkte, der nächste und entfernteste, welche die höchsten Fluthen haben, immer in die Aequatornähe, also die heiße Zone fallen, und die Fluthen werden desto kleiner werden, je näher man den Polen kommt, womit die Erfahrung wirklich übereinstimmt. Die 90° entfernten Punkte, welche den Mond in oder nahe im Horizonte sehen, werden nur mit der mittlern Kraft des Mondes, wie der Erdmittelpunkt angezogen; ihre Gewässer werden sinken müssen, weil ein großer Theil derselben verwendet wird, jene im obern und untern Meridian zu erhöhen. Zwischen 2 nächsten Kulminationen des Mondes muß also doppelte Ebbe und Fluth statt haben; die Fluthen fallen für jeden Ort der Erde in die obere und untere Kulmination, die Ebben 6 Stunden vor und nach denselben. — Die Sonne verursacht ebenfalls Fluth und Ebbe, aber wegen ihrer 400 Mal größern Entfernung viel geringere. Die Sonnenfluthen fallen für jeden Ort in seinen Mittag und seine Mitternacht. Jeden Monat einmal, im Voll- oder Neumond fällt die Kulmination des Mondes mit jener der Sonne zusammen, und die Fluthhöhe wird demnach vergrößert; in den Vierteln, wo Sonne und Mond 90° von einander entfernt stehen, hebt erstere einen Theil der Wirkung des letztern auf, und die Fluthhöhe wird vermindert. Je näher Sonne und Mond eben der Erde stehen,

desto höhere Fluthen, und also auch desto tiefere Ebben veranlassen sie. Daß der Hochfluthpunkt nicht im Moment der Kulmination, sondern mehr oder weniger lange nach derselben eintritt, rührt von der Trägheit des Wassers und lokalen Hindernissen her, wegen welchen es erst nach einiger Zeit dem Schwerezug zu folgen vermag. — Die Höhe der Fluthen kann im Mittel nur zu 3—8′ angenommen werden. Bei Van Diemensland beträgt sie indeß nur 18″, zu Cumana 12—13″, zu Otahiti in den Quadraturen 12—14″. Wo aber das M. sich an Küsten bricht, oder in gegen Osten offenen Häfen zusammengedrängt wird, kann sie, wie an den Küsten der Südsee und des Indischen Oceans bis zu 30, ja 50′ und mehr steigen. Auch zu St. Malo steigt die Springfluth bis 50′, zu Bristol bis 45′, an der Westküste von Nordamerika bis 70′. Sturmfluthen entstehen, wenn heftige Winde die Erhebung des Meeres noch unterstützen, wobei es dann manchmal verwüstend über hohe Ufer steigt, wie an den Nordseeufern und um Petersburg im Winter 1824—25, oder die Flüsse aufstaut, wie z. B. den Ganges und Maranhon, in welchem letzterm sie noch 30 Meilen landeinwärts merkbar ist. — Das Problem der Ebbe und Fluth löste zuerst Newton nach der Gravitationstheorie, hierauf Dan. Bernoulli, Mac-Laurin, Euler, und der Jesuit Cavalleri (letzterer nach der Wirbeltheorie des Cartesius); am vollständigsten Laplace in der Mecanique céléste, vol. 2 p. 63 sq. et vol. 5 p. 145. Vergl. Art. Ebbe und Fluth in Gehlers Wörterb. n. Bearb. Bd. 3.

Die wichtigste der regelmäßigen Bewegungen des M. nach Ebbe und Fluth ist die große Ostwestströmung (Oststrom, Weststrom, holl. Dienung) wobei sich das Wasser, am stärksten in der Nähe des Aequators, von O. nach W. bewegt. Am auffallendsten ist diese Bewegung wieder im großen indischen und atlantischen M. wo das Wasser 2 — 3 Meilen in einem Tage zurücklegt, und wird von wichtigen Folgen für Temperatur und Klima der bespühlten Kontinente und Inseln. Beschleunigt und mit hohem Wellenschlag strömt das M. besonders in den Straßen, welche die einzelnen Oceane miteinander verbinden; so in der Sunda- und Magelhaensstraße, und gegen die Küsten, welche ihm entgegenstehen, besonders gegen die Westindischen Inseln. Unter dem Aequator geht die Strömung nach W., nördlich von ihm nach N.W. südlich von ihm nach S.W. Ihre Ursachen sind im beständigen Ostwind der Aequatorialzone, der täglich zweimal wechselnden Fluth, und vorzüglich der Rotation der Erde zu suchen. Hinter dem fortrückenden Monde, welcher scheinbar täglich einen Umlauf um die Erde macht, wird das Meer hergezogen, und erhält endlich vermöge seiner Trägheit eine eigene Bewegung von O. nach W. Die von den Polen nach dem Ae-

quator strömenden Wassertheilchen folgen der Rotation der Erde, welche sich unter ihnen hinbewegt, nur zum Theil, und scheinen also, wenn sie vom Nordpol kommen, nach SW. wenn sie vom Südpol kommen, nach NW. versetzt zu werden. — Sehr viele der größten Meeresströme, (die Schifffahrt nach Umständen außerordentlich hemmend oder fördernd) besonders unter den regelmäßigen, folgen aus der großen OW. Strömung. So der berühmte Golphstrom. (Atlantische Wirbel.) Das Atlantische M. wird nämlich in seiner Bewegung von den Amerikanischen Küsten aufgehalten; ein Theil der Wassermasse strömt an Südamerika's Küste nach der Magelhaensstraße, ein anderer an der Küste des Mexikanischen Meerbusens hin, tritt durch die Bahamastraße aus und bewegt sich rückwärts nach Europa's Küsten zu; nach Humboldt mit einer Geschwindigkeit von 20 Meilen in 24 St. (bei den Bahamainseln sogar von 1¼ M. in 1 St.) Nach Norden zu verliert der Golphstrom seine hohe Temperatur und dunkle Farbe, wird kälter, breiter und langsamer. Bei Bahama ist er fast 4 Meilen breit; gegen Charlestown schon 12, unter 40° n. B. 20 M. und noch 22°/₅ C. warm, während das Meer neben ihm nur 17°/₅ zeigt. Stets breiter werdend, strömt ein Arm von ihm nach den Kanarien (wo er zur Zeit des Columbus 2 Leichen amerikanischer Wilden angeschwemmt hat) der größere Theil aber nach den Färoer, Irlands, Schottlands, Norwegens Küsten, Kokosnüße, amerikanisches Treibholz ꝛc. mitbringend, und durch die ungeheuere Menge seines warmen Wassers die Kälte Nordwesteuropa's ungemein mildernd. Nach Sabine hängt die Witterung fast ganz Europa's von seiner Temperatur und größern oder geringern Wassermenge ab, wie diese wieder durch die herrschenden Winde bedingt wird. Der Golphstrom veranlaßt seinerseits Strömungen an den Norwegischen Küsten hin zum Eismeer, und hiedurch wieder starke Ströme aus diesem durch die Behringsstraße, aus der Baffinsbai ꝛc. — Beständige Meeresströme sind noch der von St. Catharina nach Brasilien und von da zum Cap d. g. H.; ein großer 130 Seemeil. breiter St. an der Südwestküste Afrika's, der sich dann gegen den Mexikanischen Meerbusen wendet, und mit dem Golphstrome zusammmenfällt; einer vom Cap verde nach Fernando Po, einer an der Küste von Peru zwischen Lima und Guayaquil ꝛc. — Wechselnde Meeresströme giebt es zwischen Malacca und Cochin, wo die Bewegung vom April bis September östlich, dann westlich ist; bei Sumatra, bei Westwinden südwestlich, bei Ostwinden östlich, sonst den herrschenden Winden folgend. — Das Mittelm. strömt im Ganzen von O. nach W., in der Meerenge von Gibraltar tritt aber ein starker Strom von W. nach O. aus dem atlant. M. in das Mittelm. Man leitet ihn von dem niedrigern Stande des Mittelm. her, bedingt durch dessen

starke Verdunstung. Mehrere nehmen aber in der Tiefe auch noch einen ausführenden Strom aus dem Mittelm. in das atlantische an. Andere eingeschlossene M. zeigen ähnliche Verhältnisse. Reich an Strömungen ist die Ostsee. Das schwarze M. strömt durch die Meerenge von Konstantinopel nach dem Marmorm. und aus diesem durch die Dardanellen in's Aegeische. Die veränderlichen Seeströme entstehen durch periodische Winde, ungleiche Temperatur des M., Klippen und Meerengen, Ungleichheit des Meeresbodens und Wasserstandes in Folge von Verdunstung, Einmünden der Flüße, Ungleichheit des Salzgehalts. — Seeströme an Felsenküsten gebrochen erzeugen hie und da Wirbel oder Strudel, wo das Wasser in kreisende Bewegung kommt, und nach Ebbe und Fluth in entgegengesetzter Richtung fließt; so der Mal- oder Moskestrom an Norwegen, 2 Meil. lang, 4 breit, 12 Stunden von N. nach S., 12 von S. nach N. strömend, nur kleinen Schiffen gefährlich; die den unvollkommenen Fahrzeugen der Alten so verderbliche Scylla und Charybdis, zwischen Calabrien und Sicilien. Ersterer ist gefährlicher, vorzüglich dann, wenn der an Sicilien's Nordküste hinfließende, mit dem an der Küste Italiens herabkommenden Strom nach Beschaffenheit des Windes stärker zusammenstößt, und hohen Wellenschlag erzeugt. Scylla selbst ist ein Fels, in dessen Höhlungen die einschlagenden Wellen ein auf 2 Miglien hörbares Geheule verursachen. Die Charybdis liegt bei Messina. Ein Theil des durch die Meerenge strömenden Wassers stürzt gegen den Fels des Leuchtthurms Calofaro, und begegnet andern Strömungen, wobei die reissenden Wellen besonders beim Sirokko sehr gefährlich werden. Erfahrene Lootsen wissen die Schiffe meist glücklich durch Scylla und Charybdis zu führen. — Sonst hielt man die Strudel für Schlünde, durch welche sich das Wasser in die Tiefen der Erde stürze. Sie müßten aber nie aufhören, wenn dieses der Fall wäre, während sie doch zur Zeit der höchsten Fluth und tiefsten Ebbe verschwinden. Daß der Meeresboden durch stellenweisen Einbruch momentane Strudel veranlaßen könne, ist möglich, jedoch durch Beobachtungen nicht erwiesen. Einen vielleicht hierauf bezüglichen Fall erzählt Reichenbach in seiner Vorlesuug über das M., S. 12, wo bei ganz stillem Wetter 10 Kriegsschiffe mit ihrer Mannschaft, 2 Personen ausgenommen, plötzlich versunken seien. Es wäre wünschbar, die Quelle dieser Angabe genannt zu sehen, um die Glaubwürdigkeit eines so ausserordentlichen Falles bemessen zu können. Vergl. über Meeresströme auch: De Oceani fluminibus specimen. De momento Oceani fluminum in navigationes et physicas terræ rationes. Dissert. scrips. J. C. Wappæus. Gotting. 1836. —

Fast immer schlägt das M. Wellen, die durch den Widerstand der Ufer Brandungen verursachen. Bei der Fluth strömt das M.

den Küsten zu in einzelnen wellenartigen Strömungen, wirft vielerlei Gegenstände auf die Ufer, und fließt bei der Ebbe wieder ab; Alles unter eigenthümlichem, von dem der Brandung leicht unterscheidbarem Brausen. Die **Wellen** hingegen sind auf einander folgende Erhöhungen und Vertiefungen des Wassers, durch eine Art Oszillation und ungleichen Druck des Windes auf dessen Oberfläche entstehend. Zuerst erzeugt dieser kleine kräuselnde Erhöhungen, stärker werdend immer höhere Wellen, welche noch eine Zeitlang nach seinem Aufhören dauern. Der Wind stößt nämlich schief auf die Wasserfläche, und bewirkt durch seinen Druck eine Erhöhung, die er dann vor sich her treibt, ohne die zusammenhängenden Wassertheilchen über einander hin zu schieben. Eine schon gebildete Welle bewirkt durch ihren Druck eine neue; verschiedene Wellen schreiten nach verschiedener Richtung fort, durchkreuzen sich, und erhalten hiebei ihre größte Höhe und ihr zerrissenes Aussehen. Je größer und tiefer die M., desto höher und länger sind die Wellen; im Mittelm., der Ostsee kaum höher als 8 Fuß; im großen Ocean nach Horner 25 — 32′ über das gewöhnliche Niveau; also die Distanz vom Grunde eines Wellenthales bis zur Wellenspitze 50 — 64′. Nach Bergmann soll sich die Wirkung der Wellen höchstens bis 15 Klafter unter die Oberfläche erstrecken, so daß die Perlentaucher bei heftig bewegter See ihrem Geschäfte obliegen können. Nach Thomson sollen die Wellen in einer Stunde bis 29/3 engl. Meilen zurücklegen können. Die Breite der W. übertrifft ihre Höhe bis zum 500fachen, was aber nur von einzelnen gilt, da mehrere einander folgende sich gegenseitig verschmälern. Nach den Versuchen der Gebrüder Weber bewegt sich jede Welle mit stets erneuertem Wasser auf der Oberfläche vorwärts, während gleichzeitig bis zu bedeutender Tiefe die Wassertheilchen unter ihr eine umkreisende Bewegung machen. Auf dem Wasser schwimmende Körper werden hiebei am vordern Wellenende emporgehoben, und sinken am hintern wieder herab, ohne ihren Ort zu verändern. Nur lange Dauer der Wellen bewirkt ein langsames Fortschreiten der obern Wassermasse und hiemit der auf ihr schwimmenden Körper. Schiffe also, die im Sturme verschlagen werden, erfahren dieses durch Wirkung des Windes, nicht der Wellen. An flachen Ufern verschwinden die Wellen, immer abnehmend endlich ganz; über einzelnen Untiefen, über welche die Wassermasse weggeschoben wird, entstehen aber die sogenannten Wasserwände, barres. Die in Flüsse oder Kanäle eingezwängten Wellen erlangen oft ausserordentliche Gewalt und Höhe, worauf wir weiter unten zurück kommen. Die den Schiffen fast immer verderbliche **Brandung** an den Uferfelsen entsteht, in dem die vorderste Welle hieran aufgehalten, von der nachkommenden gehoben wird, bis sie in kleinere rückwärts

rollende Wellen überstürzt, den stets nachdrängenden also entgegenwirkt, wodurch eine mehrere Klafter vom Ufer fühlbare stürmische Bewegung entsteht. (Vergl. über d. Theorie d. Wellen, „Wellenlehre, auf Experimente gegründet ꝛc." von E. H. und W. Weber. Lpzg. 1825, und Cauchy's Abhandl. in Memoires, présent. par divers Savans. Par. 1827. T. 1. p. 1.) — Die merkwürdige, Wellen besänftigende Kraft des Oeles war schon den Alten bekannt. Durch ausgegossenes Oel wird die gekräuselte Oberfläche des M. ruhiger und daher durchsichtiger, weßhalb dieses Mittel öfters von Fischern angewendet wird; Schiffe, welche stranden oder eine Untiefe passiren wollen, gießen Oel aus, wobei das M. für einen Augenblick besänftigt wird. Man erklärt jetzt diese sonderbare Erscheinung durch die Annahme, daß die Oberfläche des Wassers durch das zähere Oel etwas gebunden werde, und der Wind von der glättern Fläche desselben abgleite.

Die Gewässer des Landes.

Wir betrachten zuerst die Quellen. Die meisten entstehen wie oben bemerkt, durch atmospärischen Niederschlag, vorzüglich gerne an den Seiten bewaldeter, bemooster Berggipfel, welche die Feuchtigkeit der Luft anziehen, und in ihrem Innern feste Widerlagen für die eindringenden Gewässer bilden, welche diese veranlaßen, zu Tage auszubrechen. Quellen kommen aus den verschiedensten Gebirgsarten hervor. Die Quellen, welche die Brunnen speisen, finden sich in den Thälern und Ebenen meistens über Thon- seltener über Urgebirgsschichten. Die Artesischen Brunnen (von Artois, wo sie, wie auch in der Wüste Gobi, in Modena ꝛc. häufig vorkommen, genannt) entstehen in Thälern oder nicht zu weit von Bergen entfernten Flächen, wo sich in der Erde oft in mehrern 100′ Tiefe Kieslager finden, welche auf Thonlagern ruhen, und von solchen bedeckt werden. Das Wasser sintert nämlich von den Bergen herab in das Kieslager, und staut sich in diesem auf, da es weder nach unten noch nach oben durch die Thonschichten entweichen kann. Durchbohrt man nun das obere Thonlager, und verschafft hiedurch dem eingesperrten Wasser einen Ausgang, so steigt es mit großer Gewalt als ein immer laufender Brunnen an die Oberfläche empor. — Die Erde ist fast allenthalben in der Tiefe mit Wasser durchdrungen, und im Niveau benachbarter Flüsse, Seen oder des Meeres findet man fast immer Quellwasser für Brunnen. Diese erhalten indeß ihr Wasser nicht aus jenen größern Wassermassen, obwohl sie häufig mit deren Niveau steigen oder fallen; sondern sind ebenfalls atmosphärischen Ursprungs, werden aber z. B. beim Höhersteigen der benachbarten

Gewässer, in welche sie ablaufen, mehr zurückgehalten, und daher selbst erhöht. In Gegenden, wo eine sehr hohe Sand- oder zerklüftete Kalksteinlage auf den Thon- oder Urgebirgsschichten ruht, giebt es entweder keine Brunnen, und man muß sich mit dem in Cisternen aufbewahrten, aus der Atmosphäre gefallenen Wasser begnügen, wie z. B. in der rauhen Alp, an einigen Orten Bayerns rc. oder sie werden nur in sehr großer Tiefe gefunden. — Quellen, welche aus niedergeschlagenem Dampfe entstehen, aber deßhalb nicht immer heiß sind, sind z. B. die von Dolomieu in einer Grotte auf Pantellaria entdeckte, eine auf Stromboli aus einem Schlacken- und Aschenhügel entspringende, eine auf dem Berge Calogero auf Sizilien rc. also stets in vulkanischen Gegenden. — Die Wassermenge der Quellen ist höchst ungleich. Viele dringen nur in schwachen Strahlen hervor; der Hexenbrunnen am Brocken liefert hingegen 1440, der Karlsbader Sprudel 8460 Kubikfuß täglich, die 16 Quellen zu Baden-Baden 706¼ Fuder in einem Tage rc. — Das Quellwasser enthält meistens erdige, vegetabilische, animalische Substanzen, die theils mechanisch ihm beigemengt (so erdige Theile, kohlensaurer Kalk, Kalksalze), theils in ihm aufgelöst sind, wie Kochsalz, Salpeter, bisweilen etwas Alaun, oder ihm adhäriren, wie atmosphärische Luft, kohlensaures Gas rc. Die Wasser mit viel kohlensaurem Kalk, Kalksalzen und manchmal etwas Erdharz geben die sogenannten harten, Pfannenstein absetzenden Wasser; so die meisten Quellen um Bern. Ganz reines Wasser ist fade, und wird wohlschmeckender und gesünder durch etwas Kochsalz oder Kohlensäure. — In den eigentlichen Mineralwässern sind die anorganischen Stoffe reichlich vorhanden. Muncke (phys. Geogr. S. 286 ff.) unterscheidet von ihnen 1) Kohlensäuerliche; kalter Säuerling in Karlsbad, Schwalheimer Wasser, berauschende Quellen auf Island. 2) Alkalische; zu Karlsbad, Eger, Töplitz, Pyrmont, Selters rc. 3) Stahlwasser; Pyrmont, Spaa, Wildungen rc. 4) Muriatische; Baden-Baden, Wiesbaden. 5) Salzquellen; sehr zahlreich, erhalten ihr durch Sieden gewonnenes Kochsalz von mächtigen Salzlagern, zu denen das atmosph. Wasser herabsinkt, sie auflöst, und nach hydrostatischen Gesetzen wieder emporsteigt. 6) Bitterwasser; Seidschützer, Elshamer in Surrey. 7) Schwefelwasser; Aachen, Gasteiner Wildbad, Abacher, Baden bei Wien. 8) Salpetrige Wasser; vorzüglich in Ungarn. 9) Seifenartige; bei Plombières, Schlangenbad, Moschinger Gesundbrunnen. 10) Kupferhaltige Cementwasser; Neusohl, Altenberg im Erzgebirge, Fahlun, Lankaster in Pensylvanien rc. 11) Alaunwasser; bei Bath und Krems. 12) Erdharzige; bei Baku, Kabul. 13) Inkrustirende Quellen, Kalk- und Kieselsinter absetzend; Karlsbad, schon in einem Tage

beträchtlich viel Kalksinter ablagernd; Quelle bei Tours, Alabasterartigen Sinter liefernd; Teverone bei Tivoli, Abano im Paduanischen, Bäder von S. Filipe, Quelle von Villa Guancavelica in Peru, und eine beim See Urmia in Persien, deren in Blasen aufsteigendes Wasser eine zu Marmor erhärtende Kalkrinde bildet. 14) Versteinernde Wasser; bei Palimbuan auf Sumatra, ein Fluß in Chile; in Peru, der Bucharei, auf Island. Ein Pfahl der durch Trajan 104 erbaueten Donaubrücke wurde 1769 ¼ Zoll tief versteinert gefunden. Die versteinernde Kieselsäure ist hiebei chemisch im Wasser gelöst. 15) Schwefelsäurehaltige Wasser; auf Island, am erloschenen Vulkan Idienne auf Java rc. — Die zu Bad- und Brunnenkuren gebrauchten Mineralwässer sind neuerlich wieder in einer kleinen aber reichhaltigen Schrift betrachtet worden. Sie führt den Titel: „Geographische Tabellen der Mineralwässer und Bäder rc. mit einer Hydrakologie," von J. L. (Lavater) Zürich 1836. Die berühmtesten europäischen Bad- oder Trinkquellen sind nach L. in Tyrol: Gastein, Therme oder warme Quelle, alkalisch, salinisch. Erzherzogth. Oesterreich: Baden, Therme, Schwefelwasser, erdig, salinisch; Ischel, Soolbad. Böhmen: Töplitz, alk. sal. Therme. Während dem Erdbeben von Lissabon 1755 verschwanden die Quellen mehrere Stunden lang. Karlsbad, Th. Glaubersalzw. alkal.; Marienbad, alkal. sal. Eisensalzw.; Franzensbrunn, wie voriges. Siebenbürgen: Mehadia, Th. erd. sal. Schwefelwasser. Mecklenburg: Doberan, vorz. Meerbad, auch Stahl-, Schwefel- und Bittersalzw. Lippe-Schaumburg: Pyrmont, erdig-salin. Eisenw., Soolbad und Sauerbrunnen. Nassau: Schwalbach, Eisenwasser; Fachingen, Eisenwasser; Ems, Schlangenbad, Th. alk. erd.; Wiesbaden, Therme, alkal. Kochsalzw.; Selters, alk. muriat. Westphalen: Driburg, erd. sal. Belgien: Spaa, alk. erd. Eisenw. Rheinpreussen: Aachen, Therme, alk. muriat. Schwefelw.; Burtscheid, muriat. Schwefeltherm. und alk. Kochsalzth. Großh. Baden: Baden-Baden, Th. Kochsalzw. alk. Würtemberg: Canstadt, eisenh. Kochsalzw. Bayern: Bocklet, erdig salinisch, wie Brückenau und Kißingen; Ragozzi und Pandur an letzterm sind Kochsalzw. mit etwas Jod und Brom, der Maximiliansbr. ein Säuerling; Kreuth, erd. sal. Schwefelw. Schweiz: Pfäffers, erd. Glaubers. Therme; Gais, alk. erd.; Stachelberg, erd. sal. Schwefelqu.; St. Moriz, sal. erd. Eisenw.; Baden, mur. Schwefelth. wie Schinznach und Leuk. Frankreich: St. Amand, sal. Schwefelth.; Plombières, sal. Eisenw. und sal. Schwefelth.; Bourbons les Bains, heißes Kochsalzw.; Rennes, Eisen- und Kochsalztherme; Bagnères d'Adour, sal. Schwef. und Glaubers. Therme; Barèges, sal. Schwef. Therme; Dax, erd. Glaubers. Therme; Bagnères de Luchon, sal. Schwef. Therme; Bourbons d'Archambault, sal. eisenh. Schw. Th. und Kochs. Th.;

Vichy, sal. alkal. Th.; Chaudes aigues, erd. alk. Th. Italien: Abano, Acqui, beide erd. Schwef. Th., erstere von 60—66° R.; Lucca, Pisa, erd. Glaubers. Th.; Civita Vecchia, Kochs. Th.; Ischia, alk. sal. Th. England: Cheltenham, Eisenw.; Brigthon, Eisenw.; Bath, erd. Glaubers. Th. Lavater stellt die besten Analysen der vorzüglichsten deutschen und schweizerischen Mineralwässer zusammen, und erläutert die Heilkräfte der verschiedenen Quellen, wofür wir auf sein Werk verweisen. — Die gewöhnlichsten in den Mineralwässern enthaltenen Substanzen sind: kohlensaures, schwefels. und salzs. Natron, salzs. Kali, salzs. hydrothions. kohlens. Talk, hydrothions. schwefels. kohlens. Kalk, salzs. kohlens. schwefels. Magnesia, kohlens. schwefels. Eisenoxydul, Manganoxydul, Kieselstoff, Thonerde, kohlens. Gas, hydrothions. Gas, Stickgas, Sauerstoffgas, Kohlensäure, Hydrothionsäure; manchmal finden sich auch kohlens. Strontian und Lithion, Fluß- und phosphors. Kalk, verschiedene Extraktivstoffe aus dem Pflanzen- und Thierreich. Eigenthümliche, Stickstoff haltende Materien organischer Art, zum Theil dem Phytokoll und Osmazom verwandt, sind das Barègin, Zoogène, Glairine. S. Gmelin's theor. Chem. 2. Bd. 2. Abth. S. 1062. Anabain nennt Monheim (in s. Werk über Aachen, Burtscheid ꝛc. 1829. S. 242) eine schleimige, grauweiße Substanz, die bei'm Kochen dem Wasser schwachen Fleischbrühegeruch mittheilt, getrocknet hornartig aussieht, nach seiner Meinung in allen Schwefelwassern vorkommt, so wie nach seinen Beweisen in den konzentrirten Wasserdämpfen der Vulkane vorhanden ist, täglich sehr häufig aus der Erde zu Tage kömmt, und von wahrer Thiersubstanz sich besonders darinn unterscheidet, daß sie nie fault. — Nach Voigt und Steffens könnte die Erde die ungeheuern Quantitäten der in den seit Jahrtausenden fliessenden Mineralquellen enthaltenen Substanzen nicht liefern. Der Sprudel in Karlsbad z. B. giebt jährlich 746884 ℔ Natron, 1132932 ℔ Glaubersalz, 238209 ℔ Kochsalz, 86020 ℔ Kalkerde, 17369 ℔ Kieselerde, 1240 ℔ Eisenocker, und 99539 Kub. Fuß kohlens. Gas. Die Berge sollten daher gleichsam Volta'sche Säulen bilden, und durch Potenzirung aus unbekannten Stoffen oder durch schaffende Kraft den Gehalt der Quellen erzeugen. Humboldt u. A. erklärten sich bald gegen diese Ansicht, zu deren Wiederlegung auch das Auffinden unermeßlicher Salzlager an verschiedenen Orten, so wie die Komposition künstlicher Mineralwässer durch Dr. Struve benützt wurde, woraus hervorgienge, daß die Mineralquellen durch Auslaugen der in den Gebirgen enthaltenen Mineralien erzeugt werden. Wenn indeß künstliche Zusammensetzungen auch bei der chemischen Analyse dieselben Resultate geben, wie die natürlichen Quellen, so folgt noch immer nicht daraus, daß sie in Beschaffenheit

und Wirkung mit denselben vollkommen identisch seien; man müßte denn nur glauben, daß der Natur durchaus keine andern Kräfte mehr zu Gebot ständen, als die unserer Laboratorien, und daß die Chemie ihre letzte Grenze erreicht habe, was aus andern Gründen gänzlich unwahrscheinlich ist. Die mechanischen Physiker und Chemiker werden aber, wie leicht vorauszusehen ist, wenn bei künstlichen Mineralwässern nicht dieselben Wirkungen eintreten, immer den Grund darin suchen, daß ein Atom irgend eines Stoffes zu wenig oder zu viel in die Mischung aufgenommen wurde. Von diesem Standpunkt aus, der mit dem jedesmaligen Zustand der Chemie steht oder fällt, sind sie freilich nicht zu wiederlegen, und man muß daher von demselben aus den Streit gar nicht eingehen. Bemerkt doch auch Lavater in der angef. Schrift S. 4, daß Gastein, wie Pfäffers, Wildbad, Schlangenbad und Luxville, vergleichungsweise mit andern Mineralwässern wenig fixe und flüchtige Bestandtheile enthalten, auch keinen besondern Hitzegrad zeigen, und daß alle diese mineralarmen Thermen, gleichsam im Wiederspruch mit den chemischen Resultaten, äußerst heilkräftig sind. — Die Temperatur der Quellen ist in der Regel die mittlere ihres Ortes, und wechselt mit den Jahreszeiten desto weniger, je tiefer sie liegen. Die Salzquellen scheinen mit dem Salzgehalte wärmer zu werden. Die warmen Quellen oder Thermen kommen vielleicht alle aus primitiven oder vulkanischen Gebirgen, und ihre Temperatur übersteigt manchmal sogar die Siedhitze. Der Sprudel in Karlsbad hat 75° C. Wiesbaden 66°, Baden-Baden 70—75°, Aachen bis 72°, Leuk im Wallis 50°, die Piscarelli des Agnanosees 93°. Island hat außer vielen irdischen heißen Quellen, die meistens natürliche Springbrunnen darstellen, eine untermeerische. In Japan finden sich heiße Q. bei Urijino; auf Ceylon, auf Amsterdam trifft man solche von Siedhitze, am Cap eine sehr starke von 82° C. In Amerika giebt es dergleichen bei Nueva Barcellona, in den Thälern von Turbaco, bei las Trincheras von 90°,4, in der Sierra Nevada de Merida. Auf Guadeloupe ist eine, in welcher in Kurzem Eier hart sieden, auf Tanna solche von 88°, auf der azorischen Insel San Miguel Quellen von 36—100°. Manche heiße Q. stossen Gase aus, oder setzen Schwefel und kohlensauern Kalk ab. — Statt wie sonst anzunehmen, daß die heißen Q. durch Zersetzung von Schwefelkieslagern oder durch elektrische Einwirkung entständen, leitet man ihre hohe Temperatur einfacher aus der Centralwärme der Erde oder in seltenern Fällen aus Vulkanität ab. — Das Intermittiren mancher Quellen, wobei sie in bestimmten oder unbestimmten Perioden ausbleiben und wiederfliessen, erklärt man aus unterirdischen sich abwechselnd mit Wasser füllenden, und durch verborgene Heber wieder entleerenden Höhlen,

aus der Verbindung mancher Quellen mit dem Meere, also mit dessen Ebbe und Fluth, und dem Luftdrucke in den, Wasser enthaltenden Höhlen, der durch ungleiche Temperatur verschieden groß wird. Hieher gehören die sogenannten Maibrunnen mancher Gebirgsgegenden, in manchen Jahren im Mai bis Mitte Juni fliessend. Regelmässige intermittirende Q. sind der Bullerborn im Paderborn'schen, der im Sommer gewöhnlich in 6stündigen Perioden, manchmal auch gar nicht, in den 3 übrigen Jahreszeiten alle 4 Stunden 1/4 St. sehr reichhaltig fließt. Muncke beobachtete eine Q. bei Wallmoden im Hildesheim'schen, die Wochen, selbst Monate lang trocken ist, dann mehrere Wochen, gewöhnlich im Januar einen kleinen Bach bildet. Eine bei Kuhla unweit Eisenach fließt vom Frühling bis Herbst sehr stark, und entzieht im Winter einem benachbarten Flusse das Wasser. Der Engstlerbrunnen im Thal dieses Namens im Berneroberlande, dessen Periodizität wohl aus dem Schmelzen des Schnees in den Mittags- und Nachmittagsstunden herrührt, fließt vom Mai bis August von Abends 4 Uhr bis Morgens 8 Uhr, sonst und im Winter bleibt er aus. Andere intermittirende Q. sind die bei Remus in Graubündten, die Q. Fontestorbe in Mirepoix, eine bei Fonsanche unweit Nimes, bei Colmar, bei Senez in der Provence, die Fontaine ronde unweit Pontarlier, 2 in Terra di Lavoro, wofür wir auf Muncke's phys. Geogr. S. 294 verweisen. Der Schloßbrunnen in Karlsbad versiegte am 2. Sept. 1809 plötzlich, und begann am 15. Oktob. 1823 wieder in früherer Stärke zu fliessen.

Das Wasser der **Flüsse** enthält viel mehr erdige und organische Theile als das der Quellen, welche sie als Schlamm absetzen, und zum Theil **Delta's** (dreieckige Landstücke, in's Meer oder Seen hineinragend, deren Grundfläche diesen, deren Spitze dem Flusse zugekehrt ist) bilden. Der Nil soll $^1/_{132}$, der Rhein $^1/_{174}$—$^1/_{100}$, der Hoangho $^1/_{200}$ seiner Wassermasse Schlamm enthalten. Einige kleine Flüsse enthalten viel Salz, oder Kalk, der Rio Vinagre in Südamerika etwas Schwefelsäure, Salzsäure, Thonerde, Kalk und Eisen. Die größten Ströme hat Amerika; hierauf folgen Asien, Europa, Afrika, Neuholland. — Keil und Buffon berechneten die Wassermenge, welche alle Ströme jährlich in's Meer führen, auf $455^1/_2$, de la Metherie auf 341 Kubikm.; die Neuern nur auf 75, ja nur auf 50 Kubikmeilen. Der Rhein führt jährlich nach genauen Messungen nur $0/_{1959}$ Kubikm. Wasser in's Meer; das geographische Gebiet aller übrigen Flüsse ist 186 Mal größer, als das des Rheins, wonach nur $36/_{347}$ $\square^2$ M. herauskämen. Die noch unbekannten Flüsse, die bei manchen außerordentlichen Anschwellungen veranlaßen die oben angegebene, etwa doppelt so große Annahme. Setzt man die Länge des Laufes der Themse = 1,

so ist die des Rheins 5/25, der Donau 7, der Wolga 9/5, des Euphrat 8/5, Ganges 9/5, Oby 10/5, Hoangho 13/5, Nil 12/5, Mississippi 8, Maranhon 15/75. Die **Breite** der, starke Hochwasser habenden Ströme ist sehr ungleich; besonders bei den amerikanischen Strömen, dem Mississippi, und vorzüglich dem Oronoko, welcher letztere zur Zeit der Stromschwellen mit dem Maranhon zusammenfließt, und ein ungeheures Gebiet mit einem Süßwassermeere bedeckt. — Die **Geschwindigkeit** der Fl. wird durch ihre Krümmungen und die Adhäsion des Wassers sehr gemäßigt, und häufig kleiner, als sie nach der Höhe des Falles sein sollte. Werden sie zwischen Felsen zusammengedrängt, so nehmen sie oft furchtbar schnelle Bewegung an, (wobei das Wasser in der Mitte höher steht, als an den Seiten) wie z. B. der Connektikut 200 engl. M. von der Mündung, und der Maranhon an der Stromschnelle des Punto. — Flüsse, welche an den Rand von Gebirgsterrassen und Felswänden treten, stürzen von diesen in (oft sehr schönen) **Kaskaden** herab. Die europäischen Gebirgsländer sind reich an solchen; das Berneroberland hat seinen Staubbach, 1100′, Reichenbach, 200′ hoch, Gießbach, den Aarefall bei der Handeck; Wallis die Pisse vache, Schaffhausen den allbekannten Rheinfall, ausgezeichnet nicht durch seine jetzt nur 30′ betragende Höhe, wohl aber durch die bedeutende Wassermasse. In Italien bildet der Velino bei Spoleto Kaskaden, in Dalmatien der Cetino. Reich an Wasserfällen ist Skandinavien. Zwischen Bergen und Stavangre stürzt ein Fluß von wenig Wasser 1600′ hoch herunter, ein anderer, mindestens von der Größe der Seine 945′. Ferner sind berühmt der Wasserfall Trollhätta, die Fälle der Dahlelbe, Lundelv, Riedelv, des Glomen, jene beiden zu Viigtil unter dem Polarkreise, wohl 1000′ hoch. Die Kaskaden Islands erhalten einen eigenthümlichen Reiz durch den Kontrast des weißen Wasserschaumes mit der schwarzen Lava seiner Berge. In Spanien stürzen aus einem Amphitheater des Berges Marboré bei 12 Gießbäche von einer 1400′ hohen Wand. In Asien haben bedeutende Wasserfälle und Stromschnellen der Ganges, Tigris, Indus, ꝛc. Hochberühmt sind die Katarakten des Nils bei Alata und Syene in Oberägypten, wenig bekannt die des Senegal und der Zaire bei Yellala. In Amerika sind vorzüglich merkwürdig die Wasserfälle des Potowmak, Connektikut, Rio Vinagre, Rio de Bogota, Niagara. Letzterer Fluß stürzt in 2 Armen, einem 1800′ breiten 137′ hoch, dem zweiten 1050′ breiten noch höher hinab, unter Donnergetöse, das 4 Meilen weit hörbar ist, und den Boden beben macht, und unter Dunstwolken, in denen die Sonne Regenbogen bildet, und die im Winter an den Bäumen zu herrlichen Krystallen erstarren. — Die **Ueberschwemmungen** der kleinern Flüsse erfolgen unregelmäßig, die der größern in

regelmäßiger Wiederkehr, in Folge periodischer Regen oder des schmelzenden Schnees der Hochgebirge. Zu den letztern gehören die jährlichen Hochwasser des Rheins, der Donau, Wolga, des Nils, Senegals, Euphrats, Ganges, Missisippi, Parana, Oronoko, la Plata, Maranhon 2c. Historisch am merkwürdigsten sind jene des Nils. Die im Mai beginnenden tropischen Regen schmelzen den Schnee der Mondberge, und Mitte Juni kommt das Wasser in Aegypten an. Die größte Höhe, wobei die Wassermasse 9 Mal bedeutender wird als gewöhnlich, fällt in die erste Hälfte des August. Sonst war ein Steigen von 19′ über den Nullpunkt des Nilometers hinreichend; jetzt bedarf Mitteläggypten wegen größerer Erhöhung 24′. In Oberägypten sind bis 35′ nöthig, in Unterägypten nur 15′. Anfangs September beginnt das Fallen des Wassers. Im überschlammten Boden erndtet man 3 Mal; Gemüse, Korn, dann wieder Gemüse. Der Sandboden wird durch das von unten her dringende Wasser zum Ertrag von Indigo, Zuckerrohr nnd Baumwolle geschickt. Schöpfräder, Schleussen, Kanäle kommen der Ueberschwemmung zu Hülfe. Der Nilschlamm hat durch Bildung des Deltas den größten Theil Unterägyptens auf Kosten des Meeres erzeugt, und das ganze Land, wie das Bett des Flusses erhöht. Aehnliche Erscheinungen bietet der Ganges, und in noch größerm Maaßstabe der Maranhon dar. — Manche Flüße verlieren sich unter der Erde und Felsen, um später wieder hervorzukommen; so der Timavus der Alten bei Fiume, der Rhone beim Fort l'Eclüse (Perte du Rhone), ein Fluß bei Gilleskaal in Norwegen 2c. Viele Fl. versiegen im Sande; der Rhein in Holland theilweise, der Orangefluß nur zur Winterszeit, der Krooman in Afrika ganz; der Lachlan, Castlereagh und Macquarie (?) verlieren sich in Sümpfen oder einem großen Binnensee Neuhollands. — Die merkwürdige Erscheinung, welche auf der Elbe Nastern, der Dordogne Mascaret, dem Ganges Bore und Kenterung, dem Guama und Maranhon Pororoca genannt wird, und darinn besteht, daß kleinere oder größere Wassermassen äußerst schnell, oft unter schrecklichem Getöse, und Alles auf ihrem Wege zerstörend stromaufwärts rollen, ist schwerlich bloß aus besondern Umständen der Fluth zu erklären, und vielleicht elektrischer Art, den Tromben des Luftkreises vergleichbar.

Moore, Brüche, Sümpfe, Moräste entstehen, wo die Wasser keinen Abfluß finden. Sie werden in heißen Gegenden leicht der Gesundheit gefährlich, in ihnen erzeugt sich öfters Torf, oder abgerissene Erdstücke bilden schwimmende Inseln, oder eine auf ihnen schwebende Erdschichte, aus verwachsenen Pflanzenwurzeln bestehend, trägt Gras und niedriges Buschwerk, und ist zur Weide tauglich. An Sümpfen und Torfmooren ist vorzüglich der

Norden beider großen Kontinente reich. Einige der letztern findet man im Kanton Bern noch zwischen 3000 und 4000′ Meereshöhe. Das sehr große Torfmoor zwischen Eupen und Malmedy liegt 2800′ über dem Meere. Viele holländische liegen, wie das Land selbst unter dem Meeresspiegel. Norwegen, Norddeutschland haben große Torfmoore, ebenso Ungarn; ein ausgedehntes befindet sich in Chorassem in Persien. Die Pontinischen Sümpfe, südwestlich von Rom, an Neapels Grenze, sind 42000 Meter lang, aber viel schmäler. 420 Jahre nach Roms Erbauung wurde die Via Appia durch sie angelegt, 702 Jahre n. R. E. unternahm Corn. Cethegus ihre Austrocknung, Augustus legte Kanäle durch sie an; die Austrocknungsversuche wurden wiederholt unter Theodorich und den Päbsten Leo X., Sixtus V. und Pius VI. Die Flüsse Amaseno und Usens erzeugen diese Sümpfe, in welchen wenige arme und bleiche Fischer unter zahllosen Insekten und Fröschen leben. — Von schwimmenden Inseln sprechen schon Herodot und Seneka. Ersterer erzählt von einer, Chemnis genannt, welche bei Butus in Unterägypten in einem breiten und tiefen See sich finde, einen Apollotempel und viele Bäume trage. Sie, wie jene in Lydien, von welcher Seneka spricht (der außerdem noch mehrere in Italien erwähnt) soll aus Bimsstein bestanden haben. Gay fand 1831 den See von Tagua-Tagua in der Provinz Colchagua in Chile mit schwimmenden Inseln bedeckt, die sich durch einen natürlichen Mechanismus bilden, ähnlich dem künstlichen der Chinesen. Diese vereinigen mittelst Bändern Schilfrasenstücke, welche so leicht sind, daß sie Erdlasten tragen ohne unterzusinken, schneiden den Rasen vom Grunde ab, und binden das Ganze an Seile wie Flöße. Auf jenem See bewirkt die Natur dasselbe durch biegsame Winden, welche die Stengel von Typha und Arundo verschlingen, auf welchen dann andere Pflanzen scheitern, die den Grund der schwimmenden J. bilden. (l'Inst. 1833. p. 67.) Martin beschreibt in seiner History of the Colonies einen Asphaltsee auf Trinidad, von mehr als ½ Seemeile Länge, selbst ein Bild des Todes, aber umgeben von der üppigsten Vegetation mit prachtvollen Schmetterlingen und Kolibris. Aus ihm tauchen hie und da Erdpechinseln in die Höhe, um sich mit reichem Pflanzenwuchse zu bedecken, und dann wieder verschlungen zu werden. In Europa finden sich schwimm. J. im Gerdauer See im Ostpreussen, seit 1510 bekannt, früher so groß, daß 100 Stücke Vieh darauf weideten, später allmälig zerstückelt; ferner im Jckersee in Osnabrück, bei Rovigo zwischen Etsch und Po, im See Ralängen in Schweden, im See Rimmern in Ostgothland, im See Derwent in England. Mehrere sind mit Bäumen und Gras bewachsen, und dienen zur Weide; einige kommen nur von Zeit zu Zeit an die

Oberfläche des Wassers, wenn sie durch in ihnen entwickeltes Kohlenwasserstoffgas spezifisch leichter geworden sind, und sinken dann wieder unter. Ein Theil der morastigen Gegend Holway-Neß in England wurde einst nach starkem Regen mit Häusern und Bäumen aufgehoben und fortgerückt; ebenso 1745 in der irländischen Grafschaft Galway eine Strecke Torfmoor.

Die Seen sind vorzüglich der nördlichen Halbkugel der Erde eigen. Die sehr hoch über der Meeresfläche liegenden entstehen durch das in geschlossenen Thälern angesammelte Wasser, oder durch Anfüllung vulkanischer Krater. Sehr viele Berge der Schweiz und Piemonts haben Seen fast auf der Spitze, so der Mont Cenis, der große und kleine St. Bernhard, die Grimsel, Gemmi ꝛc. Die Stadt Mexiko liegt in einem 7000′ über das Meer erhabenen See; der See Mica bei Antisana befindet sich in 12000′ Höhe. Nordamerika hat die größten Seen. Der Ontario hat 180 engl. M. Länge, bei 40 M. Breite und 1000′ engl. Tiefe, der Erie ist 270 M. lang, 60 breit, 400′ tief, der Huronsee 250 M. l., 100 M. b., 1900′ tief, der Superior 480 M. l., 109 M. b., 1800′ tief. Die meisten Seen haben reines Wasser; viele salziges, so daß aus ihnen viel Kochsalz gewonnen wird. Dergleichen giebt es am Vorgeb. d. gut. Hoffn., auf Araya in Amerika, in Siebenbürgen, einen im Mannsfeldischen, viele in Sibirien. Nach Pallas waren manche der letztern sonst süß, und sind jetzt salzig; dasselbe ist mit dem See Möris der Fall; nach Strabo enthielten die jetzt bittern Seen der Landenge von Suez Süßwasser. Einige Seen in Ungarn, Aegypten liefern Natron; einer in Thibet Tinkal und Natron. Das todte Meer in Palästina, 12 Meil. lang, 3 breit, in vulkanischer Gegend liegend, ist ein Bild des Todes. Ein Salzthal mit vorragenden Salzfelsen (Loths Säulen) führt zu ihm; auf seiner Oberfläche schwimmt viel Asphalt, an ihm findet sich etwas Schwefel. Nur eine Art kleiner Krebse lebt in seinem klaren, warmen, geruchlosen, äußerst salzigen Wasser. An der Ostseite legt sich das Salz in fußdicken Schollen an, und öfters steigen dichte Rauchwolken aus ihm auf. Frühere Beobachter wollen bei niedrigem Wasserstande noch Spuren zerstörter Städte in ihm beobachtet haben. Nach Hermbstädt beträgt das spez. Gew. seines Wassers bei $12^{0}_{,5}$ R. $1_{,21}$ und 100 Th. enthalten freie Salzsäure $0_{,507}$, schwefels. Kalk $0_{,001}$, schwefels. Natron $1_{,597}$, Chloreisen $0_{,335}$, Chlorkalium $0_{,275}$, Chlornatrium $4_{,859}$, Chlorkalcium $4_{,250}$, Chlormagnium $15_{,755}$, zusammen $27_{,581}$ fester Bestandtheile. Das Wasser des aus schwefelhaltigen Quellen gebildeten Sees Sarnoje-Osero ist 37° C. warm, erzeugt Niederschläge, und färbt den Fluß Surgut. Das Wasser des großen fischlosen Sees Urmia in den vulkanischen Gebirgen am

Ararat in Aserbeidjan hält in 100 Theilen 27 Proz. fester Substanzen aufgelöst. Er gehört zu den Seen ohne Abfluß, obwohl sich in ihn zahlreiche Flüsse ergießen. Im selben Fall befindet sich das todte Meer, der See Titicaca, Tacarigua, das Aral- und Kaspische Meer. In Bezug auf das Seite 336 berührte Verhältniß des kasp. M. bemerken wir noch, daß nach öffentl. Bl. 1835 der Kaiser v. Rußland d. Akad. z. St. Petersburg 50000 Rubel zu einer neuen trigonom. Vermessung der Gegenden zwischen dem schwarzen und kaspischen M. angewiesen hat, wobei auch über das noch immer ungewisse Niveau des letztern entschieden werden soll. — Der Oberasee in Amerika giebt vier ansehnlichen Flüssen den Ursprung, obwohl er selbst nur unterirdischen Zufluß, vermuthlich aus dem Parana erhält. — Der Czirknitzersee in Krain ist wegen seines wechselnden Wasserstandes merkwürdig. Rings von Bergen umschlossen, empfängt und giebt er durch verschiedene Kanäle Wasser, nimmt im Sommer namentlich in trockenen Jahren sehr ab, vertrocknet wohl auf einige Zeit ganz und wird zum Anbau geschickt, nimmt hingegen in nassen Jahren sehr zu, und war 1707—14 fortwährend gefüllt und sehr fischreich. Der Jesserosee auf Cherso soll sich alle drei Jahre mit Wasser füllen, und wieder austrocknen.

Bereits S. 333 wurde angegeben, daß die Anordnung des ganzen Süßwassersystems durch die plastischen Verhältnisse der Oberfläche der Erdfeste bestimmt werde. Die Höhenzüge also, die Gestalt, Richtung, Neigung der Thäler, der Ebenen gegen andere, oder in letzter Instanz gegen das Meer, bestimmen Lauf, Richtung, Fall der Flüsse, Größe, Tiefe der Seen. Wir werden daher im nächsten Hauptstücke, bei der Schilderung jener Verhältnisse noch einmal auf die Süßwasser zurückkommen.

III. Hauptstück.

Physische und plastische Verhältnisse der Erdoberfläche.

Literatur für dieses und das 2te Hauptstück: Phys. Geographie v. Kant. 2te Aufl. umgearb. von J. J. Vollmer und F. Stiller. 2 Bde. Hambg. 1809—16. 8. — v. Lichtenstern, Handb. d. math. und phys. Erdbeschr. 3te Ausg. Chemnitz 1822. 8. m. 8 Ch. — Miltenberg, die Höhen der Erde. 2 Abth. Frankf. a. M. 1815. 4. — Hochstetter, mathem. und phys. Erdbeschr. 4 Th. Stuttg. 1820—24. — Klöden, über die Gestalt u. Urgesch.

d. Erde. 2te Aufl. Berl. 1829. 8. m. K. — Artikel „Erde" in Gehlers phys. Wörterb. neue Bearb. Bd. 3. S. 944 ff. — Muncke, Handb. d. mathem. u. phys. Geogr. 2c. m. 2 T. Heidelb. 1830. — Lehrb. d. mathem. und phys. Geographie, von E. Schmidt. Götting. 1829—30. m. K. — Europa, ein Naturgemälde von Schouw. Kiel 1833. — Sven Ågrens phys. Erdebeschr. Berl. 1832. — Lehrb. d. allgem. Geogr. von K. v. Raumer. 2te Aufl. Lpzg. 1835. — Ritter, die Erdkunde, im Verhältniß zur Natur u. z. Gesch. des Menschen, od. allgem. vergl. Geogr. 1—4 Bd. Berl. seit 1822. — Handb. d. vergleich. Erdebeschr., von Fr. v. Rougemont, übers. von Ch. F. Hugendubel. Bern 2c. 1835. In allen genannten Werken wird mehr oder minder auch die Naturgesch. des Meeres behandelt; über dieses ist auch zu vergleichen: Tableau des vents, des marées et des courants etc., par Ch. Romme. 2 vol. Par. 1818. 8. — v. Krusenstern, Beiträge zur Hydrographie der größern Oceane 2c. Lpzg. 1819. 4. m. K. —

Aus dem Meere ragen, gleichsam als Denkmale eines uralten Kampfes der Unterwelt gegen die Oberwelt, der Kräfte des Erdinnern gegen jene des Meeres und der Atmosphäre, die höchsten Theile der Erdfeste, des dritten Organs des Erdganzen, — hervor. Man kann annehmen, daß nach der Tiefe zu immer dichtere Schichten folgen, die Erde daher aus — jedoch nicht regelmäßigen — konzentrischen Kugelschaalen gebildet sei. Aus was für Substanzen das Erdinnere bestehe, ist natürlich unbekannt; wahrscheinlich wird aber der großen Dichtigkeit derselben durch die mit der Tiefe in gewaltigem Verhältnisse zunehmende Temperatur, hiemit durch Expansionskraft entgegengewirkt. L. Euler, Tob. Mayer und Andere (unter den Neuern wieder Breislack) glaubten, daß der Erdkern aus Magneteisenstein bestehe, während Marschall v. Bieberstein und v. Zach die Erde überhaupt für ein Konglomerat von Meteorsteinen hielten, der sonderbaren Meinung Franklins nicht zu gedenken, der das Erdinnere aus Luft bestehen ließ, welche freilich ebenfalls auf einen unglaublichen Grad komprimirt werden kann, aber dann schwerlich mehr Luft ist. Der Druck, welchen die obern Schichten auf die untern ausüben, muß in der That in einem solchen Verhältnisse zunehmen, daß keine uns bekannte Substanz, wenn sie durch Wärme oder eine andere Repulsivkraft expandirt wird, ihm wiederstehen

kann. Dieser Umstand brachte in neuer Zeit Leslie zur Annahme, daß das Licht die einzige Potenz von hinlänglicher Elastizität sei, um einer vertikalen Säule von mehrern 100 Meilen das Gleichgewicht zu halten, so daß nach ihm im Erdinnern leuchtender Aether eingeschlossen ist, welcher das heftigste Bestreben zeigt, die festen ihn umgebenden Wände zu durchbrechen.

Wie erwähnt, zeigen die Thermometermessungen in den Tiefen, welche man erreichen kann, eine immer zunehmende Wärme, welche der Erde von ihrer Entstehung an eigen, und ganz unabhängig von der Sonne ist. — Die Wärme der äussern Kruste ist hingegen Produkt der Sonne. Die geographische Breite, und die Erhebung über die Meeresfläche, dann noch manche örtliche Umstände bedingen das Klima eines Ortes, welches wieder vom entschiedensten Einfluß auf die Organismen ist, welche daselbst leben.

* * *

Die allgemeine Gestalt des Landes ist gänzlich unregelmäßig, und kaum ist in ihr eine Spur von Gesetzmäßigkeit nachzuweisen, wenn man nicht die Anhäufung des Landes in der nördlichen Halbkugel, und da wieder vorzugsweise in der Osthälfte hieher beziehen will. Die allgemeine Gestalt der Landmassen und die Richtung der Inselzüge wird bestimmt durch die Richtung der Gebirgsketten, welche das feste Geäder des Landes bilden, durch die Hoch- und Stufenländer, in welchen letzteres gegen die Tiefländer und Ebenen abfällt, welche zum Theile die aus den Gebirgen kommenden Flüsse an deren Fuß abgesetzt haben. Andere Gebirgszüge setzen unter dem Meere fort, aus dem dann ihre höhern Gipfel als Inseln, Inselzüge und Inselgruppen hervorragen. — Allmälig erhoben sich Kontinente und Inseln über den alles bedeckenden Ocean, der über viele Länder wiederholt verwüstend hereinbrach, — neue Hebungen folgten, andere sich senkende Stellen wurden vom Meere wieder verschlungen. Ohne Zweifel trugen auch Meteormassen, die auf die Erde fielen, zu ihrer Vergrößerung bei, und solchen

mögen vielleicht manche einzeln stehende Berge ihr Dasein verdanken. So ist die ganze Gestalt des Landes das Produkt eines sich vielfach durchkreuzenden, lange dauernden, pausenweise ruhenden Kampfes. Man kann, ohne den wahren Standpunkt zu verrücken, dessen Gestalt nicht deuten, oder mit regelmäßigen Konfigurationen vergleichen. — Das Land erhebt sich in 2 großen, einem kleinern Kontinent, und unzähligen Inseln aus dem Gewässer. Der östliche Kontinent bietet wieder eine östliche Centralmasse, und 2 seitliche dar, die eine nach Nordwest, die andere nach Südwest gelegen; der westliche zerfällt in eine große nördliche und südliche Abtheilung. Bei'm Kontinent der östlichen Halbkugel überwiegt die Breitendimension, die Richtung von Ost nach West, bei'm westlichen Kontinent die Längendimension, die Richtung von Nord nach Süd: beide verbreiten sich nach Norden in ungeheuern Landmassen, in welchen sie sich nähern und beinahe berühren, und laufen nach Süden in Spitzen aus. Das südliche Amerika entspricht Afrika, das nördliche Asien mit Europa. Zwei gewaltige Oceane trennen die beiden großen Kontinente. Im Südosten des östlichen erhebt sich ein drittes kleines Festland von ziemlich abgerundeter Gestalt, und östlich von ihm erscheint über den großen Ocean ausgestreut, eine wunderbare Inselwelt, aus unzähligen Eilanden bestehend, zum Theil basaltischen Ursprungs, zum Theil durch den Bau der Korallenthiere entstanden, deren Wirkung noch beständig fortdauert. Während die Inseln der übrigen Meere sich an die verschiedenen Theile der großen Kontinente anschliessen, entbehren die unzählbaren Eilande des stillen Weltmeeres einen Kontinent, um welchen sie gruppirt wären. Zwischen dem asiatischen und australischen Kontinent findet man wieder eine Masse von Inseln vulkanischen Charakters, zum Theil von beträchtlicher Ausdehnung, welche ihrer innern Natur nach mehr zum einen oder andern Festland hinneigen, und den Uebergang zwischen beiden bilden.

Jede Landfeste, jeder Erdtheil bietet wieder einen allgemeinen Charakter dar: durch äussern Umriß, durch geographische Lage, durch vertikale Erhebung, wonach er Gebirgsländer, Hochländer, Tiefländer darbietet, oder in Terassen vom

Centrum aus zum Meere abfällt, hier in Steilküsten, dort in flachem Uferrande. Durch die Verhältnisse seiner vertikalen Erhebung ist wieder der Lauf und die Länge seiner Ströme bedingt. Durch die Ausdehnung eines Erdtheils in verschiedene Zonen in Verbindung mit der Erhebung über das Meer werden die mannigfachsten Klimate, die größte Verschiedenheit in seiner sekundären Organisation herbeigeführt. Ist der äussere Umriß eines Erdtheils gegen das Meer abgerundet, die Landmasse an Breite und Länge nicht sehr ungleich, ohne tiefe Einbuchten, ohne Binnenmeere, welche sich zwischen die einzelnen Länder drängen, z. B. wie bei Afrika, bei Neuholland, — so tritt der Landcharakter hervor; überwiegt hingegen die eine oder andere Dimension, tritt das Meer in tiefen Buchten in die Landmasse ein, gruppiren sich zahlreiche Inseln um selbe, wie es bei Amerika der Fall ist, so wird für einen solchen Erdtheil das Meer bestimmend, er wird zu einem Meerkontinent. — Es ist leicht einzusehen, von welcher Wichtigkeit Grundverhältnisse dieser und verwandter Art, welche Karl Ritter zuerst hervorgehoben, und eben so gründlich als glänzend durchgeführt hat, für die sekundäre Organisation und ganz besonders für das Menschengeschlecht und seine Entwicklung haben müssen. Während die Völker im Centrum großer Landmassen auf sich selbst und die sie zunächst umgebenden angewiesen sind, vermögen die an der See wohnenden in Verkehr mit den Nationen fast der ganzen Erde zu treten, welcher um so mehr erleichtert wird, je buchtiger ihre eigenen Küsten sind, je größer daher ihre Küstenentwicklung oder die Linie ist, in welcher sich Meer und Land berühren. Europa, (eigentlich nur die nordwestliche Halbinsel Asiens) mit seinen tiefen Binnenmeeren, dem mittelländischen, der Ost- und Nordsee, dem bottnischen Meerbusen ꝛc., die von West nach Ost in dasselbe eindringen und seine reiche Küstenentwicklung bedingen, die mehr als 6000 Meilen beträgt, fast ganz in der gemäßigten Zone liegend, ostwärts mit Asien zusammenhängend, woher es seine Bevölkerung empfieng, wurzelt gleichsam im Orient, und breitet seine Zweige gegen den wahren Occident, gegen Amerika aus. Trotz seiner geringen Größe ist es von der Natur selbst zur

Gebieterin der ganzen Erde bestimmt. Die hohe Kultur seiner Völker ist eine Folge dieser Umstände, so wie seiner Fruchtbarkeit (da es ihm ganz an großen Wüsten fehlt), seiner zahlreichen Gebirgszüge, welche die Verbindung der Völker nur erschweren, aber nicht aufheben, daher sowohl Eigenthümlichkeit als Verschmelzung derselben gestatten, — und von welchen unzählige Flüsse herabkommen, die das Land befruchten, nach allen Meeren strömen, und den lebendigsten Verkehr möglich machen. — Asien, dessen riesige Landmasse von der Eiszone bis zum Gleicher reicht, das mit Kamtschatka, seiner nordwestlichen Halbinsel beinahe Amerika berührt, während es im Westen mit Europa verfließt; bietet unter allen Erdtheilen den großartigsten Charakter und eine erstaunliche Mannigfaltigkeit seiner kontinentalen Gliederung, seiner Völker und Produkte dar. Während sein Norden in Eis erstirbt, überströmt sein Süden von Pracht, Größe und Reichthum. Asien hat 2 ungeheuere Hochebenen, die Mongolei und Iran, und 6 Tiefländer: das sibirische, chinesische, indochinesische, indische, tartarische und syrische. Seine zahlreichen Gebirgszüge, zu welchen die gewaltigsten, über eine Meile hohen Gipfel der ganzen Erde gehören, fallen meist steil ab; es fehlen daher die Stufenländer, welche für Afrika so charakteristisch sind; hiedurch entsteht ein scharf ausgesprochener Gegensatz zwischen den Hoch- und Tiefländern, und die Ströme, die zum Theil paarweise zusammengeordnet sind, (Hoangho und Yan-tse-kiang, Ganges und Burremputer, Euphrat und Tigris, Obi und Jenisei ꝛc.) erhalten im obern Theile ihres Laufes reissend schnelle Bewegung. Ein Hauptgegensatz tritt zwischen Ost- und Westasien hervor; ersteres ist bei weitem erhabener, letzteres macht den Uebergang zu Europa. — Bei Afrika, einer vollkommenen Insel, wenn es nicht durch die Landenge von Suez mit Asien zusammenhienge, herrscht der Kontinentalcharakter auf das entschiedenste vor. Ohne Binnenmeere und Halbinseln, mit äusserst geringer Küstenentwicklung gleicht es einem Stamm ohne Aeste. Seine Grundformen sind Hochafrika und Tiefafrika oder die Sahara; um sie her liegen 2 abgesonderte Hochländer, das des Atlas und das von Barka, und die Stufenländer Senegambien, Nigritien, und Habesch

mit Aegypten. Da Afrika fast ganz innerhalb der heißen Zone liegt, so hat es keine Jahreszeiten; in seinen Klimaten, wie seinem glühenden, immer durstigen Boden und seinen Produkten herrscht Einförmigkeit. Seine Flüsse sind wenig zahlreich, und versiegen häufig im Sande. — Amerika erhebt sich zwischen der Ost- und Westküste der alten Welt mitten aus dem Ocean, wie ein riesiger Damm. Bloß im höchsten Norden nähert es sich der alten Welt, Asien mehr, Europa weniger. Seine Landmasse steht der Asiens kaum nach, erscheint aber lang gestreckt, fast von einem Pole zum andern reichend. Wie im Allgemeinen in Afrika der trockene, so herrscht in Amerika der feuchte Charakter vor. Dieser Erdtheil zerfällt in 2 große Hälften; eine reiche Inselwelt legt sich vor den weiten Golf zwischen ihnen, der ohne Zweifel in Folge einer gewaltigen Katastrophe entstanden ist, und nur noch um 6 Meilen hätte erweitert werden dürfen, um die Landenge von Panama gänzlich zu durchbrechen, und Südamerika vom Norden loszureissen. Nordamerika zeigt eine reichere Entwicklung, durch Binnenmeere, tiefe Buchten, Halbinseln, und verhält sich zum Süden in gewisser Art, wie Asien mit Europa zu Afrika. Wie eine Rippe durch ein Blatt, läuft durch den ganzen Erdtheil nahe an den Küsten des großen Oceans die ungeheuere 1900 Meilen lange Kette der Kordilleren, ihn in eine schmale westliche, und breite östliche Abdachung scheidend, welche letztere in unermeßliche Ebenen gegen den atlantischen Ocean ausläuft, mit zahlreichen Vulkanen, beinahe Meilen hohen Gipfeln, außerordentlichem Mineralreichthum, und zwischen ihren Verzweigungen mannigfache Hochländer einschließend. Amerika hat wenig große Ströme, aber die längsten und wasserreichsten der Erde. Sie haben ein ungeheueres Gebiet, und die größten ergießen sich sämmtlich in den atlantischen Ocean, gegen welchen überhaupt Amerika's Meerentwicklung gerichtet ist, wodurch es in nächste Beziehung zu Europa tritt, als dessen größte Kolonie es erscheint. Amerika ist weniger warm als der östliche Kontinent, und feuchter, daher seine üppige Vegetation, seine unermeßlichen Urwälder, wie sie kein anderer Erdtheil hat, und sein Reichthum an Reptilien und Insekten, während Asien die größten und edelsten

Landthiere hervorbringt. — Australien's oder Oceanien's Kontinent, welchen nach Osten und Norden unzählige Inseln umgeben, ist nach seinem Innern (aus welchem manchmal glühende Winde kommen,) noch unbekannt, hat eine sehr geringe Küstenentwicklung, wenig Reichthum in seiner sonderbaren Organisation, darunter äußerst wenige für menschliche Subsistenz dienende Pflanzen. Der Archipel Notasiens (indische Archipel) liegt im Nordwesten, ein anderer von Neuguinea bis Neuseeland reichender im Osten von ihm; beide sind aus Urgebirgen und Reihenvulkanen gebildet. Die Inseln des stillen Meeres hingegen sind entweder basaltische, welche in Gruppen um einen Centralvulkan liegen, (Marianen, Sandwichsinseln, Gesellschaftsinseln ꝛc.) oder Koralleninseln, (Fidjiinseln, Freundschaftsinseln, gefährlicher Archipel ꝛc.) niedrig, sumpfig, häufig einen See einschließend.

Man sieht aus dieser nur in wenigen Zügen entworfenen Schilderung, wie verschieden der Grundcharakter der einzelnen Theile der Erdfeste ist. Obwohl der Mensch nun bis auf einen gewissen Grad die Erde zu beherrschen, und den Umständen zu gebieten vermag, so ist doch gleich die erste Richtung der Entwicklung eines Volkes durch seine äußern Beziehungen zum Boden, der es trägt, gegeben, nach welchen es zu einem Nomaden- oder Ackervolk, zu einem Fischer- oder Jägervolk, einem Schiffer- oder Handelsvolk wird. Selbst die gewaltsamsten politischen Einwirkungen vermögen nie diese ursprüngliche, durch die Natur gegebene Bestimmung ganz zu vernichten. Der eigenthümliche Zweck dieses Werkes gestattete übrigens nur eine Andeutung dieser wichtigen Beziehungen.

* ° *

Was die vertikale Erhebung des Landes betrifft, so unterscheidet man im Allgemeinen Ebenen, Terassenländer, Berge. Erstere können wieder Hochebenen oder Tiefebenen sein, stellen manchmal Sandwüsten, Grasfluren, Steppen und Haiden dar, oft von ungeheuerer Ausdehnung, wo sie dann physisch und politisch merkwürdig werden. Die großen Sandwüsten, wie sie Afrika und Asien besitzen, bilden eine viel

stärkere Scheidewand zwischen den Völkern, als selbst die Meere. Terassenländer entstehen, wo mehrere neben einander liegende allmälig niedrigere Gebirgsketten Plateaus zwischen sich haben, oder (viel seltener) wo die Absätze einer Gebirgskette sich erweitern und verbreiten. — Die Berge sind in Zügen angeordnet, in deren Richtung und Vertheilung über die Erde man bis jetzt vergeblich nach festen Gesetzen geforscht hat. Mehrere von ihnen stehen auch ganz isolirt. Wann die Berge die Schneegränze überragen, so starren von ihnen öfters Gletscher herab, und der Schnee stürzt von ihren obern Abhängen in Lawinen herunter. Zwischen den Bergen finden sich Thäler, welche Längenthäler oder Querthäler sein können, und über sie führen Pässe. — Nach den Gesteinsmassen, aus welchen die Berge bestehen, unterscheidet man verschiedene Klassen derselben; eine eigene höchst ausgezeichnete bilden die Vulkane. Im Innern der Berge finden sich öfters Höhlen. Die Darstellung mancher angeführten Verhältnisse der Gebirge, gehört in einigen Rücksichten der physischen Geographie, in andern der Geognosie an, und macht daher den Gegenstand des gegenwärtigen wie des nächsten Hauptstückes aus.

Zu dem über die Dichtigkeit der Erde S. 32 bereits historisch erwähnten fügen wir bei, daß Carlini dieselbe aus der Einwirkung des Mont Cenis auf die Schwingungen des Sekundenpendels = $4/_{30}$ das Wasser = 1 gesetzt, abgeleitet habe. Am wahrscheinlichsten ist die mittl. Dicht. d. Erde nach Maskelyne = $4/_{71}$, wonach ihr ganzes Gewicht = 10345960 Trillionen Pfund, nach Gruithuisen Anal. Hft. 2. S. 43. 485800 Trillionen Myriagrammen wäre. Das Wachsen der konzentrischen Kugelschichten, welche die Erde bilden, an Dichtigkeit bis zum Erdkern erfolgt natürlich nicht an allen Stellen gleich regelmäßig; theils wegen Ungleichheit der Materialien, theils wegen den innerirdischen Klüften und Höhlen. Diejenigen Felsarten, Metalle, Erden, Wasser ꝛc., welche die Erdrinde bis zu einer Tiefe von 1500′ bilden, würden ein mittl. Gew. von nur $1/_{52}$ geben, so daß nothwendig das Erdinnere aus viel dichtern Substanzen bestehen muß, als die Oberfläche. Woraus indeß der Erdkern bestehe, ist natürlich unbekannt, da die tiefste Stelle, bis zu welcher man jetzt gelangt ist, nur 1513 engl. Fuß unter'm Niveau des Meeres liegt, also nur etwa $1/_{13000}$ des Halbmessers der Erde beträgt. So weit geht nämlich das Kohlenwerk von Monkwearmouth hinab. Noch vor kurzem war Pearce's Grubenschacht von 1338′ der tiefste Punkt. (Geologie im Jahr 1835. v. Laurance,

S. 10.) Die Steinkohlengruben von Anzin gehen nur 900′ tief unter's Meer. Die Kupfergruben zu Kitzbühel in Tyrol gehen zwar 2784′, die Simsongrube zu Andreasberg im Harz 2230′, die Valencianogrube zu Guanaxato in Mexiko 1770′ tief in den Berg; da aber die Taglöcher derselben sehr hoch liegen, so erreichen sie nicht einmal das Meeresniveau. Nach Breislak, dem viele beistimmen, bestände der Erdkern aus Magneteisenstein, dessen Dichte = 7 ist.

Temperatur der Erdfeste. Der Wärmegrad der äußersten Erdkruste wird hauptsächlich durch die Sonnenstrahlen bestimmt, und wechselt daher vorzüglich nach ihrer Menge und Richtung; dann auch nach den Luftströmungen und Niederschlägen aus der Atmosphäre. In weniger als 100′ Tiefe hat keine äußere Bedingung mehr Einfluß, wie das Thermometer unter dem Paris. Observatorium in 86′ Tiefe bezeugt, welches seit 1671 stets den nämlichen Grad zeigt. Die täglichen Temperaturveränderungen reichen nur bis $1\frac{1}{2}$′ Tiefe, die monatlichen bis 3′, die jährlichen bis etwa 80′. Quellen, welche sich tiefer als 30′ in der Erde befinden, nehmen die daselbst herrschende Temperatur an, und man kann deßhalb aus dem Wärmegrad ihres Wassers die mittlere Temperatur des Ortes finden. Daß die Temperat. der Erde nach der Tiefe zu stets wachse, und schon nahe unter der obersten Kruste in wenigen 1000′ Glühhitze erreichen müsse, erhellt aus den bereits S. 82 angeführten Messungen. Die wahrscheinlich im Innern noch vorhandene ungeheuere Hitze mag dem Druck der obern Schichten entgegenwirken, indem sie die untern und den Erdkern ausgedehnt erhält. — Die Wärme eines Ortes auf der Oberfläche der Erde richtet sich nach der geogr. Breite (so daß die mittl. T. dem Quadrate des Cosinus der Breite proportional gesetzt werden kann) und nach seiner Erhebung über die Meeresfläche. Zugleich ist aber die südliche Halbkugel der Erde viel kälter als die nördliche, die westliche als die östliche. Je gerader die Sonnenstrahlen auffallen, desto wirksamer sind sie; stünde daher die Sonne stets im Aequator, und die Axe der Erde senkrecht auf ihrer Bahn, so würde nach der geogr. Breite eine regelmäßige Abnahme der Wärme gegen die Pole zu statt finden, während bei den bestehenden Verhältnissen ein halbes Jahr abwechselnd die nördliche und südliche Halbkugel vorzugsweise erwärmt wird. Nach Tob. Mayers Formel ist die jedesmalige Temp. eines Orts unter höhern Breiten der mittlern unter dem Aequator, weniger demjenigen Theile proportional, welcher wegen der schiefen Richtung der Flächen und des schiefen Stosses der Sonnenstrahlen abgerechnet werden muß. Aus de Saussure's, Pictet's, d'Aubuisson's, v. Zach's, Horner's, Ramond's, v. Humboldt's, Playfair's, Atkinson's Beobachtungen

geht als Mittel hervor, daß man bei jeden 82 Toisen Erhebung in die Luft mehr, 1° C. Verminderung der Wärme im Sommer erwarten könne, und nach d'Aubuisson korrespondiren auf der nördl. Halbk. 100 Meter Erhebung einem Breitengrade mehr. Nach Humboldt fällt der Nullpunkt d. mittl. Temp. in 65° n. B. Dort schneidet nämlich die Schneelinie, über welcher der Schnee das ganze Jahr nicht schmilzt, in das Erdellipsoid ein, sie, welche unter dem Aequator 5200 Meter senkrecht über dem Meeresniveau verläuft. Am Cotopaxi findet sich die Schneegrenze in 15228′, am Chimboraco in 14826′, um Mexiko in 14133′, am nördl. Abhang des Himalayah (sehr merkwürdig) in 15660′, am südl. schon in 11400′, am Atlas in 11550′, am Aetna in 9900′, in den Pyrenäen in 8400′—7692′, den Alpen in 8520′—8220′, den Karpathen 7998′, Snöhätta 5600′, Island 2896′, Nordkap 2200′ Höhe. Die Schneelinie bildet also ein Ellipsoid um die Erde, von größerer Exzentrizität als diese. — Die nördliche Halbkugel ist wegen der um 8 Tage längern Dauer des Sommers, und vielleicht der ungleich größern Landmasse viel wärmer als die südliche; daher kommen die Grönlandsfahrer häufig bis 80° n. B., Scoresby einmal bis 81° 30′, während Cook im Sommer der südl. Halbk. unter 53° s. B. schon Eis und Schneegestöber traff, und unter 67° 25′ vor Treibeis nicht weiter kommen konnte. Weddel, der unter allen am weitesten vordrang, erreichte nur 74° 15′ s. B. Feuerland, in gleicher (südl.) Br. wie Preussen liegend, ist mit ewigem Schnee bedeckt. — Die Wärme nimmt zwar im Allgemeinen mit zunehmenden Breiten ab, aber nicht überall auf gleiche Weise, so daß bedeutende Unterschiede statt finden, und ein für alle Meridiane gültiges Gesetz nicht existirt. Linien, durch die Orte von gleicher mittl. Temp. gezogen, heißen *isothermische*, und bilden eigenthümliche Curven. — Nordwesteuropa, (Schottland, Island, Norwegen, Lappland) ist verhältnißmäßig sehr warm, vermuthlich wegen des, ungeheuere Massen warmen Wassers zuführenden Golphstroms, während Sibirien und vorzüglich Nordamerika ungemein kalt sind. Das stete Aufsteigen der erhitzten Luft unter d. Aequator und ihr Abfliessen nach den Polen mildert dort die Hitze und hier die Kälte. — Die niedrigste tägliche Temperatur tritt erst nach Mitternacht, oder selbst vor Sonnenaufgang, die größte Tageswärme um 2 bis 2½ Nachmittags ein. Unter niedrigen Breiten werden diese täglichen Unterschiede immer geringer. Weil die Erde noch eine Zeitlang die Winterkälte und die Sommerwärme beibehält, fallen die größte Kälte und größte Wärme nicht auf den kürzesten und längsten Tag, sondern einige Zeit nach demselben. Nahe am Aequator sind die Temperaturunterschiede des Sommers und Winters sehr gering, betragen z. B. in Cumana

nur 3°, während in Sibirien und Nordamerika das Quecksilber im Winter oft wochenlang gefroren ist, und die Sommerwärme doch 30° R. erreicht. Die größte Kälte in Mitteleuropa fällt gewöhnlich in die erste Hälfte des Januar, die größte Wärme in die letzte Hälfte des Juli. Die mittl. Temp. von Guyana unter 0° Br. ist $28^{0}/_{1}$; Batavia 6° 12′ s. B. $26^{0}/_{9}$; Havannah 23° 9′ n. B. $25^{0}/_{6}$; Cairo 30° 2′ n. B. $22^{0}/_{4}$; Neapel 40° 50′ n. B. 18°; Mailand 45° 29′ n. B. $13^{0}/_{2}$; Newyork 40° 43′ n. B. $12^{0}/_{1}$; Pecking 39° 54′ n. B. $12^{0}/_{6}$; Paris 48° 50′ n. B. $11^{0}/_{9}$; Wien 48° 11′ n. B. $10^{0}/_{3}$; London 51° 31′ n. B. 10°; Berlin 52° 32′ n. B. $9^{0}/_{1}$; Stockholm 59° 20′ n. B. $5^{0}/_{8}$; Petersburg 59° 56′ n. B. $3^{0}/_{8}$; Nordkap 71° 10′ n. B. 0°; Cumberland House 54° n. B. $-0^{0}/_{5}$; Enontekis 68° 17′ n. B. $-2^{0}/_{8}$; Fort Entreprise 64° 30′ n. B. $-9^{0}/_{2}$; Melvilleinsel 75° n. B. $-18^{0}/_{5}$. Die mittl. jährl. T. eines Orts stimmt genau mit der mittl. des April und Oktober, die tägl. mit der um Morgens 9 Uhr überein. — Die höchsten *Hitzegrade* findet man in Afrika, wo die Hitze in den Sandwüsten selbst im Schatten oft auf 43° C. steigt; während sie z. B. in Amerika selten 38° C. erreicht, unter der Linie auf der See nicht über 30° C. steigt. Die größten *Kältegrade* hat man im Norden beider Kontinente beobachtet, wie z. B. zu Barnaul in Sibirien einmal —51° C., zu Nertschinsk bis —62° C., wobei das Quecksilber längst gefriert, und sich hämmern läßt. Gegen die Pole zu finden sich natürlich die größten Temperaturdifferenzen, so daß z. B. in Norwegen eine Sommerhitze von 26° C. eine Winterkälte von —28° C., in Torneå unter dem Polarkreise 25° C. Hitze, $32/^{0}_{5}$ C. Kälte beobachtet wurden. Man sieht, daß auch im höchsten Norden eine Wärme erscheint, welche für Entwicklung der üppigsten Vegetation hinreichte, wenn sie nicht so kurz währte, und mit so strenger, alles höhere Pflanzenleben zerstörender Kälte wechselte. Dem Aequator näher werden die Ungleichheiten in der Temperatur der Jahreszeiten immer geringer.

Das *Klima* einer Gegend ist das Produkt ihrer geogr. Breite und vertikalen Erhebung, so wie örtlicher Umstände, besonders des Feuchtigkeitszustandes, der Beschaffenheit des Bodens, der herrschenden Winde, der Umgebung. Theilt man die Erdoberfläche in 1000 Theile, so kommen 398 auf die Aequatorialzone, in welcher die Sonne 2 Mal durch das Zenith geht, in der es daher 2 Winter und 2 Sommer giebt, wo die Tageslänge nur zwischen $10/_{5}$ und $15/_{3}$ Stunden wechselt, die Temperaturunterschiede gering sind, und Winter und Sommer sich nur durch Regen und Dürre aussprechen. Auf die 2 gemäßigten Zonen kommen 520 Theile; in ihnen nimmt die Temperatur von der größten Hitze bis zur größten Kälte ab, die Tageslänge wechselt von 8—24 St., in ihrer Mitte herrschen 4, gegen ihre nördliche Grenze wieder nur 2 Jahreszeiten. Den Rest begreifen die Polarzonen, in denen eine

6 monatlange Nacht mit eben so langem Tage wechselt. — Trockene und feuchte Klimate gehören vorzugsweise der heißen Zone an. In erstern verdorret oft jeder Halm; in letztern, die durch die periodischen Regen bedingt sind, rosten die Metalle, schwellt alles Holz an, zerfliessen die Salze ꝛc. — Das **Kontinentalklima** ist durch starke Tageshitze und Nachtkälte charakterisirt, welche Extreme sehr auffallend in der Wüste Gobi, der Wüste Sind, in Arabien, und mitten in Afrika in ganz geringer Erhebung über das Meer hervortreten, so daß unter Anderm Oudney durch Nachtkälte an der Grenze von Bornu 13° n. B. kaum 1200′ Meeresh. umkam. Bei'm **Insel-** und **Küstenklima** mildert das Meer Sommerhitze und Winterkälte; das **Bergklima** zeigt bedeutende Feuchtigkeit, starke Regen, schnellen Temperaturwechsel, alles in Folge der Anziehung der Dünste durch große Gebirgsmassen, von ihnen in die Thäler stürzende kalte Luftmassen ꝛc. Ein sehr mildes Klima, mit immer gleicher Temperatur haben die Inseln des großen Oceans; am heißesten sind die Westindischen. — Große Waldungen äußern den wichtigsten Einfluß auf das Klima; sie ziehen Feuchtigkeit an, und kühlen die Luft ab. Länder ohne Wälder sind häufig glühend heiß, und ihre Flüsse den größten Theil des Jahres ohne Wasser; so ein Theil von Persien, der Tartarei, Südafrika, dann Barbados, einige der Inseln des grünen Vorgebirgs. — Nahe an einander liegende Gegenden haben bisweilen in Folge örtlicher Umstände sehr verschiedenes Klima. So hat der westliche Theil einer Gegend im Süden des Mahrattenstaats zwischen 14° 20′ und 16° 26′ n. B. nach Christie ein sehr feuchtes, der östliche ein trockenes Klima; an der Westküste Indiens stürzt der Regen oft ganze Wochen stromweise herab, während die hinter dem Gautsgebirge liegenden Gegenden, weil diese die tiefgehenden Wolken nicht überschreiten, eben deßhalb viel trockener sind. Der amerikanische Norden ist ungleich kälter als der europäische, (auf welchem z. B. nach v. Buch in Tromsöe unter 69° 38′ n. B. noch Wiesen, auf dem benachbarten norwegischen Festland 600′ über dem Meere noch Bäume vorkommen) und hat einen unbeständigen Winter; überhaupt ist sein Klima sehr verschieden von dem Europas, und die Witterungswechsel sind vorzüglich bedingt durch die kalten Luftströmungen aus dem eisigen Norden des amer. Kontinents, oder den heißen Tropengegenden. Stürme sind häufig, und erscheinen bald als starke, zerstörende, obwahl nur kurz dauernde NNO. Stürme, Squalls, oder als weit verheerende Ouragans. Äußerst kalt ist Spitzbergen, wo in der Regel die Temperatur nicht über 1°,5 steigt. Nur einmal beobachtete Scoresby im Sommer daselbst 9° C. Doch überwintern daselbst von der reichen Jagd gelockt, oft rußische Jäger. — Das Klima eines Landes bedingt Zahl und Art der sekundären

Organismen aus dem Pflanzen- und Thierreiche, welche sich in ihm finden. Wie es selbst hauptsächlich durch die horizontale und vertikale Erhebung, also durch geographische Breite und Meereshöhe bestimmt wird, so richten sich auch die Pflanzen und Thiere nach selben. Die Zahl beider nimmt im Allgemeinen von den Polen gegen den Aequator, von der Schneegrenze gegen die meeresgleiche Ebene zu; im Speziellen treten aber unzählige, modifizirende Verhältnisse ein. Das Hauptsächlichste über die geographische Vertheilung der sekundären Organismen werden wir bei deren Betrachtung, im 7ten und 8ten Buch mittheilen.

Gestalt und Vertheilung des Landes. Zu den oben schon angeführten Betrachtungen fügen wir noch bei, daß Einige den Flächeninhalt alles Landes (vielleicht zu groß) auf 3059675 □ M. angeben, wovon auf Europa 171834, Asien 641093, Afrika 531638, Amerika 572110, Neuholland 143000, alle Inseln 1000000 kommen. (Man hält alles Land für Inseln, wenn es weniger als 10 Längen- oder Breitengrade mißt, oder innerhalb einem Monat umschifft werden kann.) Weniger als ⅓ hievon liegt auf der südl. Halbkugel. Unbekannte Gegenden der Erde sind nur noch die an den Polen, das mittlere Afrika und Neuholland. Ein früher am Südpole vermuthetes Festland existirt schwerlich. Wahrscheinlich ist, — obwohl dieses die neuesten mit so vieler Aufopferung gemachten Expeditionen noch nicht unwidersprechlich dargethan haben, der Norden Amerikas, wie jener Asiens vom Meer bespühlt, (welches aber fast immer mit Eis bedeckt ist, daher nie als Handelsstraße dienen könnte,) und am Nordpole fände sich demnach keine größere Landmasse.

Betrachten wir die Beschaffenheit der Ebenen (welche großentheils ehemaliger Meeresgrund waren) der verschiedenen Erdtheile, so finden sich 1) in Europa die sogen. Haiden, (Erica volgaris ist die häufigste daselbst wachsende Spezies der Haidekräuter) besonders in Norddeutschland, mageres Weideland abgebend, hie und da Kieferwälder tragend, an sumpfigen Stellen viel Torf liefernd; dann die theils trockenen, theils sumpfigen Viehweiden in Ungarn, mehrere □ M. groß, zwischen Donau und Theis liegend, und in Südrußland zwischen Dnjepr, Don und Wolga sehr ausgedehnte Steppen. 2) Asien hat im Norden zwischen Irtisch und Obi zahlreiche ziemlich sterile Steppen mit salzigem Boden und vielen Salzseen; im Centrum und im Süden sehr große Sandwüsten. Die größte darunter ist die Wüste Gobi, (Kobi, Schamo, Khan-Hai) zwischen China, Daurien und Sibirien, aus einem kleinern östlichen und größern westlichen Theil bestehend. Ersterer ist nirgends über 100 Stunden breit, liegt hoch über dem Meere, ist meistens mit grobem Kiessande bedeckt, in dem sich

24

schöne Chalcedone und Karneole finden, mit Ausnahme einiger Zwergakazien und Nadelbäume ohne allen Pflanzenwuchs, hat wenige salzige Quellen. Die Karavanenstraße von Peking nach Kiachtha führt durch sie. Wie auf allen ausgedehnten, hochliegenden Kontinentalflächen herrscht auf ihr bedeutende Tageswärme und empfindliche Nachtkälte, welche in Verbindung mit Hunger und Ermüdung den Karavanen viele Thiere kostet. Der westliche Theil der Gobi liegt tiefer und ist wärmer, bei Turfan sogar unerträglich heiß, manchmal sogar durch heiße Winde gefährlich; nirgends unter 100 St., auf der Karavanenstraße von Kiachtha oder Seleginsk aus sogar 450 St. breit, mit Flugsand bedeckt, der bald Spuren und Pfade verwischt, und hat Wasser auf verschiedenen Stationen. 5 Tagreisen von Kaschgar liegt die Stadt Lop, ein wichtiger Ruhepunkt, von dem aus es 30 Tage ununterbrochen durch die große Wüste geht. — Die mit Flugsand bedeckte Wüste Sind, zwischen der Hochebene von Dekan, dem Ganges und Indus, 80 Meilen breit, 100 lang, enthält viele Oasen, (fruchtbare, angebaute Stellen); die Brunnen im Sande, welcher sich oft zu 100′ hohen, mit dem Winde wechselnden Hügeln aufthürmt, sind sehr tief, einige bis 300′. — Die Wüste Beludschistan hat feinen rothen Sand, der sich gleich Meereswellen erhebt, und um Mittag durch heiße Wirbelwinde gehoben als dichter Nebel aufsteigt. Auch in ihr ist der Sand so tief, daß manche Brunnen bis 150′ hinab reichen. 3) Afrika hat bei weitem die größten Wüsten. Sein ganzes nördliches Flachland von Aegyptens Grenze bis an die Nordwestküste ist eigentlich eine zusammenhängende Wüste, Sahara genannt, in der sich zahlreiche Oasen, Inseln im Sandocean und fruchtbare Landstrecken da finden, wo das atmosphärische, in die Erde dringende Wasser auf eine feste Unterlage primitiver Gebirgsarten stößt, die es nicht versiegen lassen, und wo es demnach Quellen und kleine Bäche bildet. An solchen Stellen entwickelt sich dann eine prachtvolle tropische Vegetation, sie sind stark bewohnt, und dienen den Karavanen als Stationen. In andern Gegenden bilden sich während der Regenzeit Seen und schiffbare Flüsse, welche in der heißen Jahreszeit gänzlich versiegen. Die große Sahara, eine Wüste fast von der Größe ganz Europas, breitet sich zwischen 15 und 30° n. B. aus, ist nirgends unter 200 geogr. M. breit, und noch ungleich länger. Ihr östlicher Theil an Aegyptens Grenze, welchen mehrere Gebirgszüge durchsetzen, heißt die Lybische Wüste; durch sie führen von Cahira aus 2 Karavanenstraßen, eine nördliche über Mogarra Ummesoghie nach Siwah in der alten berühmten Oase des Jupiter Ammon; von da nach Schiatha, Augila, durch die Sultinebene und über die Gebirgsketten des schwarzen und weißen Harusch nach Murzuk in Fezzan,

166 M. von Cahira; die andere nach Süden gerichtete Straße, auf welcher 2 Absätze, der eine von 9, der andere von 16 Tagen ganz ohne Wasser zurückgelegt werden müssen, führt über die Oase El Khibli nach Sheb, Leghea, nach Kobbe in Darfur. Ueber Fezzan hinaus beginnt die westliche, noch ödere und furchtbarere eigentl. Sahara, die ohne Gebirgszüge ist, sich von hier aus, vom 30° bis zum 1° w. L. erstreckt, und unabsehbare Dünen und Sandbänke in's atlantische Meer hinein schiebt, welche selbst große Flüsse zur Aenderung ihres Laufes zwingen. „Die Oasen," sagt Rougemont in d. angef. Schr. S. 37, „sind die Inseln dieses Sandoceans, welcher seine Sandatmosphäre, seine Sandwellen und Sandstürme hat; reich an Quellen, Weideplätzen und Dattelbäumen, geben sie dem Handel, dem einzigen Lebensprinzip des nördlichen Afrika's, seine Richtung, und sehen jedes Jahr die nämlichen Völker sich an denselben Standorten aufhalten, und die nämlichen Waaren weiter bringen. Das Kameel ist das Schiff der Wüste; seine Führer sind die Steuermänner, und nennen sich die Verständigen, die Weisen (Chabris); ihr Kompaß sind die Vögel, die Winde und Sterne." Die sehr tiefen Brunnen werden wegen gänzlichem Mangel an Steinen mit Kameelknochen ausgemauert und mit Kameelhäuten bedeckt; verfehlt man sie, oder sind sie vertrocknet, so gehen die Karavanen zu Grunde, wie 1805 bei Taffilalet, wo 2000 Menschen und 1800 Kameele umkamen. Disteln, Mimosen, dürres Strauchwerk sind das einzige Futter der Kameele; an Wasserstellen findet man Elephanten und Eber, beständig in der Wüste leben nur Strauße und Antilopen, am weitesten bringen in sie noch ein Löwen und Panther. 4) Amerika hat keine Sandwüsten, aber einige ausgedehnte, sterile, felsige, dürre Gegenden, Desiertos; so einen langen Strich zwischen Ametope und Coquimbo in Peru, bei Sechura und Atacamez, die an die Gobi erinnernden Campos de Parecis in Brasilien. Ebenen ganz eigenthümlichen Charakters sind die bei Varinas, Caracas, in Chaco, Tucuman ꝛc. vorkommenden Llanos, zum Theil von mehreren 1000 □ Lieues Ausdehnung, aus dem Niederschlag der sie um- oder durchströmenden Flüsse gebildet, mit Gras bewachsen, bei den großen Ueberschwemmungen unter Wasser gesetzt. In einer Ausdehnung von vielen □ M. zeigen sie kaum Fuß hohe Flötzschichten, welche doch die Wasserscheiden für die nach verschiedenen Gegenden strömenden Flüsse bilden. Wie sie bieten auch die mit Hunderttausenden von Rindern bevölkerten Grasfluren, Pampas von Buenos-ayres, auf viele Tagreisen eine meeresgleiche Fläche dar. Letztere reichen von der Palmenregion hinab gegen Patagonien bis zur Region des ewigen Eises, zeigen zur Regenzeit und an den Flußufern frisches Grün, sonst die größte Dürre. Höchst merkwürdig ist auch die 60000 □ M. große Waldregion am Maranhon, Bosques

oder Selvas genannt, mit dichtem Urwalde bedeckt, eben, nur von kleinen Hügeln durchzogen. 5) Der Australische Kontinent hat keine charakteristischen Ebenen, aber weit gedehnte sandige Küstenstrecken, zum Theil mit aufgeschwemmtem Boden, in S. und W. fast ohne Quellen. — Zum Begriff der gewöhnlichen Ebenen, welche überhaupt die fruchtbarsten, am stärksten bebauten und bewohnten Theile der Erde begreifen, gehört auch ihre geringe, höchstens einige 100′ betragende Erhebung über das Meer; Bergebenen, Hochebenen, Plateaus hingegen liegen zwischen Gebirgsketten, und oft mehrere 1000′ über dem Meere; so die erhabensten Hochländer der Erde, die Gobi, die große Bucharei und Tibet; in Europa die Böhmische, die Bayer'sche Hochebene, letztere 1569′ über d. Mittelm., das Schweizerische Hochland zwischen dem Jura und den Alpen, das Spanische Hochland, auf welchem Madrid liegt; die Hochländer von Quito und Mexiko ꝛc.

Der Meeresboden bietet dieselben Erhöhungen und Vertiefungen dar, wie die Erdfeste, scheint aber im Allgemeinen weniger ungleich zu sein. Er liegt weiter vom Land tiefer unter dem Wasserspiegel als nahe an selbem; die Tiefe am Ufer richtet sich nach dessen Gestalt, so daß das Meer unmittelbar an steil und hoch aufsteigenden Küsten sogleich sehr tief, an flachen Ufern seicht ist. Bänke sind schmale und lange Erhöhungen des Meeresbodens, ragen manchmal über das Wasser hervor, und können Sand-, Austern- oder Korallenbänke sein. Riffe sind Reihen von felsigen Bänken an Küsten, an welchen gewöhnlich das Meer brandet. Die sogenannten Fiords, tiefe Künsteneinschnitte, besonders häufig an Norwegens Westküste, oft mit mehrern 1000′ hohen Felswänden senkrecht aus dem Meere aufsteigend, vorzüglich da vorhanden, wo krystallinische Gesteine mit dem Meere in Berührung stehen, scheinen durch horizontales Zerreißen und Bersten der Felsmassen entstanden zu sein.

Berge im weitesten Sinn sind Erhöhungen der Erdfläche, von wenigstens 600′ Höhe über ihrer Grundfläche. Was darunter ist, heißt Hügel. Der oberste Theil eines Berges heißt Gipfel; wenn er sehr steil, abgeschnitten, spitzig ist, Pik, Horn, Nadel. Zwischen dem Gipfel und dem untersten Theile, dem Fuß eines Berges, liegt der Abhang, dessen Neigung gegen den Horizont die Steilheit bestimmt. Beträgt jene über 30°, so ist der Berg schon sehr steil. Senkrecht oder fast senkrecht abstürzende Felsmassen heißen Wände, steil sich über den Gipfel erhebende, Felskämme, Gräthe, einzelne Erhöhungen an den Abhängen, Kuppen. — Die verschiedenen Felsarten, aus welchen die Berge bestehen, geben ihnen bestimmte, schwer zu beschreibende, aber doch so eigenthümliche Gestalten, daß ein geübtes Auge schon von ferne aus dem

Umriß, der Physiognomie eines Berges die ihn bildende Felsart erkennt. Der Phonolith z. B. bildet häufig einzelne, oft sehr spitze Kegel, oder domähnliche Berge, gezackt, klippig, steil abstürzend; die Berge des Trachyts sind häufig sehr hoch, glocken- oder domartig, entweder oben eben, oder eingesenkt, oder mit thurmähnlichen Spitzen. Der Feldstein-Phorphyr bildet meist zerstückte, zerrissene Gebirge, mit hohen, steilen, fast unersteiglichen, isolirt stehenden Kegeln, die meistens in scharfen Rücken und zackigen Kämmen endigen. Ihre Abhänge sind mit zahllosen Porphyrtrümmern überdeckt. Die Grauwacke setzt meist breite, kuppige Gebirgsrücken zusammen, welche sich nach einer Richtung weit erstrecken; der Thonschiefer bildet wellenförmige, Kugelschnitten ähnliche Berge mit sanft gerundeten, gedehnten Rücken, ohne Felsenspitzen; tiefe Thalwände jedoch und hohe Flußufer zeigen steile, hohe, seltsam geschichtete Wände mit wilden, zackigen, oft überhängenden, klippigen Wänden. Der Muschelkalk bildet niedrige Anhöhen mit gerundeten Gipfeln, die wie die Schichten gewunden sind, oder Berge mit langen, schmalen, sanft abfallenden Rücken. Hohe Granitberge haben einen großartigen, wilden zerrissenen Charakter; sie sind meistens schroff, ihre spitzen, zackigen, kahlen, vegetationslosen, öfters mit ewigem Schnee bedeckten Gipfel oft nadelförmig; sie stehen einzeln oder in Gruppen und Reihen; die Kämme sind gezackt, die Wände steil, die Thalgehänge tief gefurcht. Niedrige Granitberge haben sanft ansteigende, gerundete Höhen, ohne nackte Felsen, oft in Ebenen auslaufend, mit muldenförmigen Thälern. Die Berge des Gneises haben eine viel einförmigere Physiognomie, als jene des Granits; sie erheben sich terrassenförmig, selten mit schroffen, zerissenen Abhängen, ohne wilde, gezackte Gipfel; ihre Schluchten sind sanft, die Thäler breit, in einander verfliessend ꝛc. (Vergl. v. Leonhard's Lehrb. d. Geogn. u. Geolog. S. 531. Gehl. Physik. Wörterb. 3. B. S. 1072. ff.) — Gebirge sind Gruppirungen von Bergen. Die einzelnen ein Gebirge bildenden Berge können nach einer Richtung verlaufen, Ketten bilden, wobei die Längendimension überwiegt, oder sie stellen bei mehr Gleichheit beider Dimensionen Massen dar, wo dann die verschiedenen Abfälle oder auch auslaufenden Ketten in einem Gebirgsstock zusammenlaufen, z. B. am Harz, am St. Gotthard. In's Meer hineinragende Berge heißen Vorgebirge, Cap's. — Schluchten (Klingen, Tobel) sind kurze, schmale, schroff ansteigende, rinnenförmige Vertiefungen. — Thäler sind vertiefte Räume, welche Höhen trennen, und die Wasser ableiten; an ihrem obern Ende verfliessen sie mit den Bergen, oder gehen in eine Schlucht aus, mit dem untern verbinden sie sich mit einem andern Thale, oder einer Ebene.

Die Seiten eines Thales heißen Gehänge, der Grund Thalsohle, Thalweg. Man unterscheidet Haupt- und Nebenthäler, Queer- und Längenthäler, Strom-, See- und Meeresthäler. Letztere sind von einem Fluß-, See- oder Meerestheil erfüllt. Die Längenthäler ziehen der Hauptkette eines Gebirges parallel; so das Wallis, Innthal. Die Queerthäler sind viel häufiger, machen mit den Hauptgebirgsketten fast immer rechte Winkel, zuweilen durchschneiden sie sie auch. (Thal von Aosta, sehr viele Thäler vom Monte Rosa bis Südtyrol.) Manche Thäler liegen sehr hoch über dem Meere; so das Engadin von Zernetz bis zum See von Sils 4400—5600', das Val d'Aosta 1850—7600', das Thal vom Desaguaderoflusse bis zum Illimanisee in den Anden über 12000', das Thal von Spiti im Himalaya 10400'. — Querspalten der Bergrücken, Einsenkungen im Laufe des Gebirgs geben die Pässe. Der höchste europäische Paß ist der über den Mont Cervin von 10270'; der Port d'Oo und die Rolandbresche in den Pyrenäen liegen 9200, über d. M. Der Simplonsp. 6174', der große St. Bernhardsp. 7662', der Gotthardsp. 6650', in den Peruanischen Anden der Paß von Altos de los Huessos 4137 Meter, der Paß von Altos de Toledo 4783 M., der Manerang im Himalaya 17449' Par.

Die höchsten Bergspitzen sind meistens nackte, zackige Felsen; auf ihnen und in den höchsten Thälern sammelt sich der Schnee, wird durch Regen und Sonnenwärme bei nachfolgender Frostkälte in Eis verwandelt, und bildet Gletscher, Ferner in Tyrol, deren Masse unten dichter, oben lockerer ist, und nach oben oft in körnigen Schnee, Firn genannt, verläuft. Nach Saussure, dem Escher von der Linth beitratt, gleiten die Gletscher durch ihre eigene Last in den stark geneigten Felsthälern allmälig tiefer herab, um so leichter, als der wegen innerer Wärme nicht gefrierende Boden unter ihnen den Gletscher unten abschmelzt, und dadurch schlüpfrig wird. Charpentier will hingegen das Fortrücken der Gl. aus der Ausdehnung des in ihren Spalten gefrierenden Wassers erklären, und Hugi (nach mündl. Mitth.) aus einer allgemeinen Ausdehnung der Eistheilchen des Gl. selbst. Die Gl. wachsen fortwährend am obern Ende, und werden am untern verzehrt, mehr in warmen als in kalten und nassen Sommern, weßhalb sie in letztern mehr zu wachsen scheinen. Bei'm Vorwärtsrücken schieben die Gl. Erd- und Geröllmassen vor sich her, welche sich vor ihrem untern Ende als Gletscherwälle, (Moraines, Gandecken, Gufferberge) aufhäufen. Das Gletschereis ist häufig uneben, wellenförmig, von Spalten durchzogen, die mit lockerm Schnee bedeckt, dem Wanderer Verderben drohen. Von den Gl. wehen kalte Winde (Gletschergebläse) herab, unter ihnen bilden sich Eisgewölbe, aus denen oft Gewässer hervorkommen. An steilen Stellen zerbrechen die Gl.

und ihre Eismassen thürmen sich wild und phantastisch übereinander. Gewaltige Felsblöcke stürzen von den Gehängen der Felsthäler auf sie herunter, und bleiben oft auf einzelnen Eispfeilern stehen, nachdem alles Eis rings umher weggeschmolzen ist. Steine der verschiedensten Größe rollen und fliegen mit großer Kraft jeden Augenblick von manchen Gl. herab, so daß es gefährlich ist, sich ihnen zu nähern. Das Gletschereis ist grünlich, bläulich, röthlich, oft voll Luftblasen, oft dicht, mehr oder minder durchsichtig, besonders schön am Rhonegletscher. Die Gl. machen die angrenzenden Gegenden unfruchtbar, und steigen manchmal weit in die bewohnten Gegenden herab, so der Vieschergl. zu 4154′, die Grindelwaldgl. sogar zu 4000 und 3450′. In den Savoischen und Schweizeralpen zählt man an 400 Gl.; große zusammenhängende Massen derselben, wie am Montblanc, Aletsch ꝛc. zum Theil mehrere □ Lieues groß, nennt man wohl auch Eismeere. Die Tiefe des Gletschereises, oder die Dicke der Gl. beträgt 50—600′. Ob die Gl. in der Schweiz im Allgemeinen zu- oder abnehmen, ist schwer auszumitteln, jedoch ersteres wahrscheinlicher. In den Pyrenäen findet man wenige Gl., in Norwegen nur am Rande der größern Schneelager, in den Kordilleren keine. — Lawinen nennt man den Gebirgsbewohnern häufig höchst verderbliche Schneestürze, und kennt von ihnen mehrere Gattungen. Sie bilden sich von der Gestalt der Felsen begünstigt vorzüglich, wenn frischer, lockerer Schnee auf den ältern, glatten, harten fällt. Wenn ersterer dann über letztern hinabgleitet, entstehen die Staub- oder Winterlawinen, die oft durch den erzeugten Sturmwind verderblich werden. Die Frühlingslawinen kommen auf sehr hohen Bergen (Montblanc. Rosa, St. Bernhard, Jungfrau, von welcher ihr Sturz sehr leicht auf der Wengernalp beobachtet wird) auch im Sommer vor, und bilden sich, wenn ein Theil Schnee wegschmelzt, auf welchem andere Lagen ruhten, die nun herabrollen, Stücke von Gletschern, Felsen mit sich reißen, sich allmälig zu großen festen Massen zusammenballen, und mit Donnergeprassel in die Thäler stürzend, Häuser zerschmettern oder vergraben und Flüsse zudämmen. In der Schweiz unterscheidet man insbesondere Staubl., Grundl., Gletscherl., Suoggil. Andere unterscheiden Staubl., wo große lockere Schneemassen wie ein silberner Regen niederstürzen, nur im Sommer, auf sehr hohen Gebirgen, bei warmem Wetter beobachtet; Windl., durch allmäligen Anwuchs eines Schneeballs entstehend, der sich bei der leisesten Luftbewegung, selbst bei'm Sprechen, vom Gipfel losreißen kann, und aus denen oft noch Rettung möglich ist; Schlagl., gewaltige Schneemassen, von hohen Felswänden herabhängend, vorzüglich im Frühling bei Thauwetter oft viele 1000′ tief stürzend, verschüttend, zerstörend, Flüsse dämmend.

In den Gebirgen (und ohne Zweifel auch im Erdinnern, wie es aus der Bildung der Erde folgt, und worauf nach Parrot auch die Erscheinungen ungleicher Schwere an verschiedenen Orten deuten) finden sich häufig Höhlen, horizontale oder geneigte, selbst vertikale Räume von der verschiedensten Ausdehnung und Gestalt. Man kennt dergleichen im Kalktuff, Grobkalk (H. von Lunel bei Montpellier), Jurakalk (H. von Adlersberg in Krain), Juradolomit (die meisten fränkischen Höhlen), Gyps (sogenannte Kalkschlotten, häufig in den den Harz umgebenden ältern Gypsbergen), ältern und neuern Sandstein, oolithischen Kalkstein (Kirkdaleh.), Muschelkalk, Zechsteindolomit, Bergkalk, Uebergangskalk (H. von Elbingerode, Baumannsh.), körnigen Kalk (Grotte von Antiparos). Die Urgebirge haben keine H., denn die sogenannten Krystallgewölbe z. B. der Berneralpen sind nur Vereinigungen mehrerer gangartigen Spalten, über welche durch Umstürzungen rc. eine Art Decke ausgebreitet ist. Die Grotten in Laven und Trachyten, z. B. in Peru und Quito sind Blasenräume, durch Dampfentwicklung in der noch weichen Masse entstanden. Eingänge, Größe, Abtheilungen u. s. w. der Grotten sind sehr verschieden. Die H. von Caripe ist nach Humboldt 2800′ lang, manche H. des Harzes bis 600′, manche fränkische über 350′. Einige H. stellen tempelartige Gewölbe dar, andere geräumige Hallen, noch andere nur Schluchten oder Spalten. Manche H. durchziehen als natürliche Stollen ganze Berge oder einzelne Felsen, und gehen auf beiden Seiten zu Tage aus; so die sogenannten Felsenthore, wie das Prebischthor, der Kuhstall in der sächsischen Schweiz, Bidda vich Re Lochlin, Uamwill im Basalt der Insel Mull. Oft finden sich ganze Züge aufeinander folgender H. Manche H. verzweigen sich in Gänge, oder sind in Kammern abgetheilt, wie die Kirkdaleh. Gewisse Stellen am Boden oder an den Wänden erscheinen oft geglättet durch das Anstreifen oder Aufliegen der die H. einst bewohnenden Thiere. Boden, Wände, Decke sehr vieler H. sind mit Stalaktiten überkleidet, Tropfsteinen von der allerverschiedensten Form, häufig menschliche Kunstgebilde nachahmend, entstehend durch mechanischen Niederschlag aus den in die Höhlen durchsinternden Kalkwässern, welche in ihrer Kohlensäure Kalkerde aufgelöst enthalten, und diese nach dem Verlust der ersten fallen lassen. Viele Höhlen des Kalkgebirges umschließen zahlreiche Knochen vorweltlicher Thiere. In den Eisgrotten oder Eishöhlen schmilzt das Eis auch im Sommer nicht. Dieses wird dadurch möglich, daß sie hoch liegen, wodurch im Winter mehr Eis entsteht, als im Sommer geschmolzen wird, ferner tief in's Gebirg hinabreichen, weshalb die kalte Luft in ihnen sich nicht in die äussere warme zu erheben vermag, und daß sie durch die Richtung ihrer Eingänge nach N. oder O. gegen

warme und feuchte Winde geschützt sind. Eishöhlen finden sich unweit Besançon, bei St. Georg im Waadtlande 281 Toisen über dem Genfersee, auf dem Vergiberge in Faucigny, 462 Toisen über dem Genfersee, Schafloch am Rothhorn im Kanton Bern, 3700' über dem Thunersee, in Italien 2c. (Ueber Eis, Eisberge, Gletscher, Eishöhlen vergl. Art. Eis in Gehl. Wörterbuch n. B. Bd. 3 S. 99. ff.) Manche H. enthalten tiefe Wasserbehälter, Flüsse, Seen; jene in Gyps entwickeln nicht selten schädliche Gase. Auch aus H. in vulkanischen Gegenden strömen mephitische, tödtliche Gasarten, besonders schweflichsaures Gas. Mephitische G. sind die Grotta del Cane bei Puzzuole, eine bei Ribar in Ungarn, auf der Insel Milo, bei Pyrmont, am Laachersee, der Eifel, im Berge Budosch in Ungarn, auf Guadeloupe. Aus manchen Eishöhlen kommen kalte Luftströmungen; man nennt sie Aeolush., in Italien Ventarole's, dergl. finden sich am Monte Aeolo bei Turin, am Monte Testaceo bei Rom, eine bei Roquefort. In der merkwürdigen G. von Seelicze in Ungarn gefriert das herabtröpfelnde Wasser im Sommer zu mannsdicken Eiszapfen, während die Wärme im Winter das Eis schmilzt, und viele Thiere hineinlockt. Aus ihren großen und tiefen Räumen strömt im Sommer kalte, im Winter warme Luft. — Die Entstehung der H. ging auf verschiedene Weise vor sich. Es konnten einmal durch gewaltsame plötzliche Erschütterungen Schichten eingesunken, verschoben und dadurch H. gebildet worden sein, die dann abgeschnittene, kantige, nicht abgerundete Wände zeigen werden. In leichten, zerstörbaren, zerklüfteten Felsarten hingegen können H. durch Auswaschung entstehen, wie Veltheim von den Kalkschlotten glaubt, wo ein meist zwischen Zechstein und Gyps gelagertes Flötz von erdigem Mergel (oder nach Freiesleben von Steinsalz) die nächste Veranlassung zu den Auswaschungen gab. Die H. im Bergkalke, wo dieser mit altem, rothen Sandstein auftritt, sind oft augenscheinlich durch Emporhebung entstanden, wie die Störungen, Biegungen und Aufrichtungen der Schichten beider Felsarten zeigen. Auch Meeresfluthen können durch Ausspülung H. bilden, wie z. B. die Fingalshöhle im Basalt auf Staffa. Die von Glimmer- und Thonschiefer umschlossenen Grotten in Griechenland waren nach Virlet ursprünglich nur Spalten, durch Vulkanismus entstanden, aus denen dann saure und heiße Dämpfe und Gase hervorbrachen, welche die Wände angriffen und den Wassern vorarbeiteten, welche später die Erweiterung dieser Spalten zu Grotten herbeiführten. Auch durch Ausgrabung des Menschen sind große Höhlen entstanden, so die von Wieliczka im Salzgebirge, Whitehaven im Kohlengebirge, die Steinbrüche im Montmartre bei Paris, die Räume im Stahlberge bei Siegen, die H. im

Petersberge bei Mastricht, die Katakomben bei Rom, Neapel rc. Unter die merkwürdigsten H. gehören: die Baumannsh. am Harze, reich an Stalaktiten und sonst auch an Petrefakten; die Bielsh. am Harze, mit herrlichen Stalaktiten, aber ohne Versteinerungen; die Scharzfelderh. auch am Harze, aus welcher sonst viele foßile Thierknochen gewonnen wurden; die Klutherth. und Sundwich- oder Prinzenh., beide in der Grafschaft Mark: in letzterer wurde eine Blasschnecke gefunden, wie solche heut zu Tage die Maronneger gebrauchen; die Muggendorferhöhlen im Bayreuthischen, unter denen vorzüglich bekannt sind die Gailenreuther- und Rosenmüllerh., beide reich an Tropfsteingebilden und Petrefakten, besonders Schädeln des Höhlenbären; die Adelsbergerh. im Kalkgebirge unweit Triest, mehrere Stunden lang, mit vielen tiefen Abgründen, mit vielen zum Theil gigantischen Stalaktiten, von welchen einige natürliche Brücken bilden und dem in ihr fließenden und dann versinkenden Bache Piuka, der bei Planina, wo die H. auch ausmündet, als der Laibach wieder zu Tage kommt; eine H. bei Urach in Würtemberg mit einem See; die grotte des demoiselles in den Cevennen unweit Ganges, sehr groß, mit den mannigfachsten Stalaktiten; die grotte de notre dame de Balme in Dauphiné; die H. im Berge Cintro in Estremadura, auf dem Capo de Roca im sogenannten Korkkloster endigend; die Castletonh. oder Dévil's arse im Derbyshire mit einem See und Bach; die Eldon-, Pools-, Ochy-, Wokeyhöhlen, sämmtlich in England, letztere mit einem aalreichen Bache; die Höhle bei Kirkdale, ungefähr 25 englische Meilen von York, nebst vielen Höhlen bei Kirby-Moorseide von Buckland beschrieben und reich an Petrefakten; die Kilkornyh. in Irland, merkwürdig durch die zuweilen aus ihr strömende Menge Wassers; die Dolsteenh. in Herroe, welche tief unter das Meer, bis nach Schottland hinreichen soll; eine H. bei Friedrichshall in Norwegen von 39,866—59,049′ Tiefe, in welcher man hinabgeworfene Steine erst nach 1½—2 Minuten auffallen hört; die H. Piscabara, seit 1692 Veterani's H. genannt, weil sie Graf Veterani, wie 1788 Major Stein gegen die Türken vertheidigte, im Temeswarer Bannat, unweit Orsowa, ein Bataillon fassend, die Donau beherrschend; die H. von Antiparos mit herrlichen Tropfsteingebilden. In Amerika finden sich die merkwürdige Wäkon-Tibe oder Wohnung des großen Geistes am Missisippi, Maddison's H., Baker's H., Ward's H., Benjamin Adam's H., in welcher sich viele Salze erzeugen, die H. Caripe oder Cueva di Guacharo bei Macarapana, in welcher Tausende von Nachtvögeln, Guacharos, leben. Die vorher erwähnte Fingalsh. auf Staffa, einer der Hebriden, liegt unmittelbar über dem Meere, von dem ein Arm in sie eintritt, und den Boden eines Raumes

bedeckt, der 250′ lang, vorn 117′ hoch und 53′ breit, hinten 70′ hoch und 20′ breit, und von kolossalen Basaltsäulen umschlossen ist, an welchen das Meer brandet und brauset. H. in Lava sind: die Surth. auf Island, und eine auf St. Michael. (Vergl. über H. „Beschreibung merkw. H. ꝛc. von Rosenmüller und Tilesius. Lpzg. 1799 und 1805. 2 Bde. 8. m. 10 und 8 Kpf. — Beschreibg. d. größt. u. merkw. H. von Ritter. Hamb. 1801. — Buckland, reliquiae diluvianae, Lond. 1826. — G. v. Cuvier, die Umwälzungen der Erdrinde ꝛc., deutsch bearb. von Nöggerath. Bd. 1. S. 322. Bd. 2. S. 294 ff.)

* *
°

Vertheilung und Anordnung der vorzüglichsten Gebirge und Gewässer der Erdfeste. Wir beginnen die Betrachtung derselben mit Asien. Die Oberfläche seines Festlandes bildet in der Mitte ein ungeheueres Hochland von 340,000 □M. Ausdehnung, das von Randgebirgen umkränzt wird, oder in weiten Terassen und Alpenländern zu den Tiefländern abfällt. Die äussersten Grenzen Hochasiens liegen ungefähr zwischen 25° und 53° n. B.; es beginnt schmal mit den Bergebenen Kleinasiens und Armeniens, setzt über Irans sterile Hochebenen durch die Mitte des Erdtheils fort, und fällt mit dem Ostrande, wo es seine größte Breite von fast 500 M. erreicht, steil zum chinesischen Tieflande und japanischen Meere ab. Hochasien zerfällt in zwei Theile. Das westliche Hochasien umfaßt die schmalen Bergebenen Kleinasiens, das armenische Hochland, und die Scheitelflächen Irans, hat eine mittl. Meeresh. von 4,000′ und ist mild und zugänglich, mit der rauhen Osthälfte verglichen. Den Ostrand der Westhälfte bilden die Soliman- und Brahoögebirge, den Südrand von der Mündung des Indus an, der Taurus in weitester Bedeutung, (dessen bedeutendster Gipfel, der Ardschisch in Karamanien ewigen Schnee trägt, und daher wenigstens 10,000′ hoch sein muß); den Nordrand der Paropamisus, Elburz, (steil abfallend gegen das kaspische M., sein höchster Gipfel ist der über 10,000′ hohe Vulkan Demavend oder Darmavend); Ararat (die Höhen des kleinen und großen Ararat giebt Parrot auf 12,000 und 16,200′ an,) und Antitaurus, und der letzterem parallele, durch eine tiefe aber schmale Einsenkung von ihm getrennte Kaukasus, 150 M. lang, 18—23 M. breit vom Fort Anapa am schwarzen M. bis zur Spitze der Halbinsel Abscheron am kaspischen M. ziehend, aus einer centralen, schneebedeckten Granitkette, mit Gletschern und nördl. und südl. Thonschiefer- und Kalkketten bestehend, im Elbrus von 16,800′ und Kasbek von 14,400′ seine höchste Erhebung erreichend. Das

viel größere östliche Hochasien besteht aus mannigfaltigen Hochebenen, Plateau- und Randgebirgen, steilen Abstürzen, sanften Abdachungen und Einsenkungen. Die Gesammterhebung steigt im SO. bis auf 8—10,000′ und darüber. Eine unnahbare Steilküste bildet von der Mündung des Amur bis Korea den Ostrand des östl. Hochasiens; der Tschang-ye-Schan oder Schan-alin, ein hohes Schneegebirge, Stammland der in China herrschenden Mandschuh, im Norden Koreas steigt hier als Grenzwall auf, gegen das Tiefland Chinas der In-Schan, Holang-Schan, und Siue-schan. Die gewaltige Gebirgskette des Altai im weitesten Sinne, mit zahlreichen untergeordneten Gebirgsgruppen bezeichnet den Nordrand des Hochlandes, beginnt im W. am Dzaisangsee, endet im O. bei Ochozk am großen Ocean, und ist 550 M. lang. Man unterscheidet in ihm den eigentlichen Altai, zu dem sehr reiche Erzgebirge gehören, und der sich in den ulbinskischen Schneealpen bis 9,700′ erhebt; den Khanggai, Mittelgruppe des ganzen Altaisystems; und die Ostgruppe, Kantei und Khing-gan genannt, mit den hohen vulkanischen Ketten Kamtschatkas in Verbindung tretend. Das Gebirgssystem des Himalaya, das in weiterem Sinne von Südchina und den Gebirgen Siams bis zum obern Indus reicht, bildet den Südrand Hochasiens, und trennt Indien vom tatarischen und mongolischen Hochlande. Es enthält die höchsten bekannten Schneegipfel der ganzen Erde, wie den Dhawalagiri 26,460′ engl., Swetagiri, Tschandragiri, wenig niedriger, Dhaidun, 20,440′, die Riesengruppe des Jawahir, mit 17 bis jetzt gemessenen Piks, von welchen der Puncha-Chola 21,209′, der Jumla 21,326′ hat. Zwischen Altai und Himalaya, und ihnen parallel vorlaufen durch Hochasien noch die aufgesetzten mächtigen Plateaugebirge des Thian-Schan (Himmelsgebirge) und Küen-Lün. Jener beginnt in W. unter 42° nördl. Breite mit dem Muz-Tagh, setzt gegen O.S.O. als Pe-Schan, Bogdo-Oola 250 M. fort, und verliert sich in die breite Steinwüste der Gobi. Er ragt weit in die Schneeregion hinein, und scheint vulkanischer Natur; wenigstens liegen die Vulkane von Pe-schan oder Hoschan und der von Hotscheu in ihm. Zwischen ihm und dem Altai liegt die Dsungarei und das Thalbecken des Ili. Der Küen-Lün, ein ungeheueres Schneegebirge, unter 35½° n. B. heißt am Westende Thsung-Ling und verbindet sich hier durch den Bolor oder Belur-Tagh mit dem Hindu-Khu und Himalaya, wobei sich im turkestanischen Alpenlande der Westabfall Hochasiens bildet, streicht an Tibets Nordgrenze ostwärts bis in die chinesische Provinz Schansi, bildet dort als Kulkun den ungeheuern Gebirgsknoten, in dem die Quellen des Hoangho und

Yang-tse-Kiang liegen, und verzweigt sich mit dem Südostrande. Zwischen Küen-Lün und Himalaya liegt Ost- und Westtibet mit H'Lassa und Ladak; zwischen Thian-Schan und Küen-Lün die kleine oder hohe Bukharei. Der vorher erwähnte Hindu-Khu oder Hindu-Khusch, das schneebedeckte Alpenland von Kabul vom Balkh und den Tiefebenen der Bukharei trennend, mit manchen seiner Schneehäupter vielleicht über 20,000′ ansteigend, vom Indus 88 M. lang gegen N. W. ziehend, ist ein Verbindungsglied zwischen dem nördl. und westl. Hochasien. Kleinere abgesonderte Hochländer sind die Plateau's von Syrien, von Nadsched in Arabien, und die Halbinsel Dekan in Vorderindien, deren Nordrand das Vindhiagebirge, deren West- und Ostrand die Ghats bilden. Die Tiefländer Asiens nehmen 284,000 □M. ein, unter ihnen Sibirien, welches im W. durch den Ural von Europa geschieden wird, und sich östlich über den ganzen Erdtheil erstreckt, allein 186,300 □M. Die bukharische Tiefebene um das Kaspi- und Aralmeer, ein alter Seeboden, ist eine sandige, salzreiche, wüste Steppe. Ihm zu Theil ähnlich ist das mesopotamisch-babylonische Tiefland. Die südasiatischen Tiefländer sind hingegen äusserst fruchtbar. — Seen finden sich in Asien besonders um den Nordrand des Hochlandes, theils Alpenseen, theils sehr seichte, salzreiche Steppenseen, theils wirkliche Binnenmeere, Reste eines Oceans. Vorzügl. merkwürdig sind: Wan und Urmia in Armenien, Kaspisches Meer, 140 M. lang, 63 M. breit, 6,000 □M. groß, an 100 Toisen tief, ohne Ebbe und Fluth, mit vielen Fischen und (wie folgendes mit) Seehunden; Aralmeer, früher ohne Zweifel mit vorigem zusammenhängend, 45 M. lang, bis 30 M. breit, 1124 □M. groß, Balkasch, Issekul, Dsaisang, Baikal, ein Alpensee in Daurien, 84 M. lang, an 20 M. breit, gegen 500′ Schuh tief, von senkrechten Felswänden und Schneebergen umgeben, oft bei ganz mäßigem Winde aus innern Wallungen heftig tobend, mit großen Eissäulen und Eisbergen im Winter. Im Südrande liegen der Khuku-Noor und Tengi-Noor; zwischen dem Thian-Schan und Küen-Lün der Lop-Noor, in Palästina das todte Meer. — Von den Strömen gehen zur nördl. Abdachung gegen das Eismeer: Obi, mit einem Stromgebiet von 64,000 □M., Länge des Laufes über 3000 Werst; Jenisei, Stromgeb. 47,000 □M., Länge des Laufes gegen 4000 Werst; Lena, Stromgeb. 36,500 □M., Länge des Laufes 4230 Werst; Indigirka, gegen 1200 W. lang; Kolyma, gegen 1500 W. lang; zur östl. Abdachung in den stillen Ocean, und gegen SO. in das chinesische Meer fließen: Anadyr, Amur, Hoangho, Länge des Stromlaufes etwa 430 M.; Yang-

tse-Kiang, von mehr als 600 M. Länge; Cambodja oder Mai-Kiang, Menam. Zur südl. Abdachung, in den indischen Ocean strömen: Pegu und Iradwaddy, letzterer von 270 M. Länge, Ganges, 300 M. lang, Stromgeb. mehr als 20,000 M. und Brahma-putra, Sind oder Indus, und der aus dem Frat oder Euphrat und Tigris entstehende Schat-el-Arab. Zum kontinentalen Tieflande, zur innern Abdachung Asiens gehen die aus Europa kommende Wolga, 430 M. lang, mit einem Stromgeb. von 30,100 □M., der Ural, Länge 1500 Werst, Kur; diese drei sämmtlich ins kaspische M. Amu (Dihon oder Dschihon), Kisil, Sir (Sihon) in das Aralm. Die zahlreichen Steppenflüsse versiegen zum Theil, oder fließen in die Steppenseen.

Europa zerfällt in ein südwestl. Gebirgs- und Hochland, und in ein nordw. Flach- und Tiefland. In ersterem dehnt sich das Alpenland zwischen 44—48° n. B. und 22—34° ö. L. in einem 150 M. langen, nach N. gekrümmten Bogen durch Frankreich, die Schweiz, Italien, Deutschland, Kroatien, Slavonien bis zur türkischen Grenze hin: im W. an 20, im O. an 40 M. breit, 4,500 □M. groß. Im W. wird das Alpenland durch das tiefe Rhonethal, das Wallis begrenzt, an seinem südl. Fuße liegt das lombardische Tiefland, das Pothal, am Nordabfalle das obere Donauthal, oder die bayer'sche Hochebene, im O. das Tiefland der mittlern Donau, oder die ungarischen Ebenen. Das ganze Alpenland besteht aus mehreren parallelen Ketten, (mit dazwischen liegenden Thälern) deren mittelste die über 14,000′ ansteigenden Hoch- oder Uralpen sind, an welche sich in N. und S. die an 8,000 hohen Mittelalpen anschließen, an die sich dann die auf 5,000′ erhobenen Vor- oder Kalkalpen anlehnen. Centralalpen nennt man die Gebirgsregion, welche im W. vom Montblanc, im O. vom Großglockner begrenzt wird; die Berneralpen sind ein Zweig hievon; in ihnen finden sich die höchsten Gipfel, wie der Montblanc, 14,764′, Mont-Cervin oder Matterhorn 13,900′, Monte Rosa 14,222′, Jungfrau 12,851′, Finsteraarhorn 13,117′, Dödi 12,890′, Orteles 12,060′, Großglockner 11,737′ rc. Durch Mitteleuropa verläuft ein zweiter, großer bogenförmiger Berggürtel, die europäischen Mittelgebirge, der am Golf von Marseille beginnend, durch Südostfrankreich, die Mitte Deutschlands und Ungarn bis zur Donaumündung reicht, und aus einer Menge besonders benannter Bergzüge besteht: als den Cevennen, Gebirgen von Auvergne, Vogesen, Schwarzwald, Odenwald, Taunus, Spessart, Rhöne, Thüringerwald, Harz, Fichtelgebirge, Böhmerwald, Erzgebirge, Sudeten, Karpathen, welche letztere allein die Schneegrenze erreichen. Der Kamm der ungeheuern Granitmasse des Centralstocks der Karpathen ist im

Mittel 6,000 — 6,500′ hoch; über ihn erheben sich die Lomnitzerspitze von 8,133′, Eisthalerspitze 8,100′, Wiszoca und Csabi 7,880′ rc. Die Gebirge der italischen Halbinsel hängen mit der westl. Abtheilung der großen Alpenkette zusammen, jene der türkischen Halbinsel mit denen der östlichen. Die skandinavische Halbinsel stellt ein eigenes Gebirgsganze dar; sie erhebt sich als Hochland steil aus dem Meere, auf breitem Felsrücken die nordischen Alpen und das Kjölengebirge tragend. Kein Gipfel steigt bis 8,000′ an; Mugnafield hat 7,400′, die Skagestöl-Tind 7,600′ und 7,100′, Snöhättan 7,100′. Auch die pyrenäische Halbinsel ist ein isolirtes Ganzes, von zahlreichen netzförmig verzweigten Gebirgen durchzogen, welche aber mit dem nördlichen Grenzwall, den Pyrenäen zusammenhängen, noch an Spaniens Südküste, in der Sierra Nevada die Schneelinie überragen, und sich im Innern zum kastilischen Hochlande, dem höchsten Europa's erheben. Die höchsten Gipfel der Pyrenäen übersteigen die Schneegrenze; so der Pic d'Anethou 10,482′, Marboré 10,374′ rc. Im Innern erhebt sich die Sierra de Guadarama bis 8,000′. Die höchsten Gipfel liegen in der Sierra de Nevada; so der Cumbre de Muleyhacem von 11,000′. Auch die Gebirge Großbrittaniens stellen abgesonderte Systeme dar. Im Allgemeinen erhebt sich dieses Land von S. nach N.; die höchsten Spitzen erreichen nicht 5,000′. Das europäische Tiefland, an 100,000 □M. groß, beginnt im Westen bei Calais, und endigt im Osten am Ural und im Kaukasus. Es besteht aus Diluvial- und Alluvialland, ist reich an Seen und großen Strömen, und begreift die fruchtbarsten und zum Theil am stärksten bevölkerten Gegenden des Erdtheils. Ein Steigen des Meeres von nur 1,000′ Fuß reichte hin, diese ungeheure Landstrecke fast ganz unter Wasser zu setzen, und aus Skandinavien eine Insel zu bilden. — Die Richtung der europäischen Flüsse wird durch eine Hauptwasserscheide bestimmt, die beim Cap Tarifa an der Meerenge von Gibraltar beginnend, nordöstlich über Hochgebirgs-, Mittelgebirgs- und Flachländer bis zum Ural zieht. Durch sie entsteht eine große nordwestliche Abdachung zum atlantischen Ocean und nördl. Eismeere, und eine südöstliche zum Mittel- schwarzen und kaspischen Meere. Zur nordwestl. Abdachung und zwar in's Eism. ergießen sich Petschora, Länge 143 M., Stromgeb. 3,050 □M. und Dwina, L. 160 M., Stromg. 5,900 □M.; in's baltische M. Newa, der Abfluß aller Gewässer des Ladogasees, Düna, L. 140 M., Stromgeb. 1,350 □M., Niemen, Weichsel, L. 130 M., St. 3,580 □M., Oder, L. 134 M., Stromg. 2,100 □M.; in die Nordsee: Elbe, L. 120 M., Stromg. 2,000 □M., Weser, Stromg. 875 □M., Rhein, L. 200 M., St.

3,598 □M.; in den Kanal: Seine, L. 85 M., St. 1,240 □M.; ins aquitanische Meer: Loire, L. 130 M., St. 2,380 □M. und Garonne, L. 80 M., Stromg. 1,440 □M.; in den atlantischen Ocean: Duero, Tajo, Guadiana, L. 105 M., Stromg. 1,210 □M., Guadalquivir, L. 65 M., St. 940 □M.. Zur südöstl. Abdachung strömen und zwar in das Mittelm.: Ebro, L. 80 M., St. 1,220 □M., Rhone, L. 100 M., St. 1,760 □M., Po, L. 88 M., St. 1,800 □M.; in das schwarze M.: Donau, L. 400 M., St. 14,423 □M., Dniestr, L. 110 M., St. 1,440 □M., Dniepr, L. 240 M., St. 8,350 □M., ins azow'sche M.: Don, L. 195 M., St. 7,960 □M.; in's kaspische M.: Wolga, der größte Strom Europa's, 430 M. lang, mit einem Stromg. von 30,100 □M., Ural. Die Flüsse Großbrittaniens und Irlands fließen theils zum atlantischen Ocean, theils zur Nordsee. — Die Seen Europa's liegen in einer weiten Zone nord- und südwärts von den Kalkalpenketten, vorzüglich zahlreich an ihrem nördlichen Fuße, 1,200—2,300′ hoch; so der Genfersee, 1,226′ über d. M., 5$\frac{3}{5}$ □M. groß, 12½ St. lang, bis 3¼ breit, 949′ tief; Neuenburgers., Bielers., Vierwaldstättters., Zürichers., Bodens., 1,233′ über d. Nordsee, 8½ □M. groß, 16 St. lang, 5 St. breit, 964′ tief; Ammers., Würms., Chiems., Trauns. u. v. a. Die Seen des Südrandes sind weniger zahlreich, und ihr Niveau nur 600—700′ über das M. erhaben; so der Lago maggiore, Lago di Lugano, di Como, d'Iseo, d'Idro, di Garda. Eine Menge, doch nur kleine, Seen liegen auf der Gebirgskette selbst, zum Theil bis 7,000′ hoch. Am Ostfuße der Alpen liegen der Neusiedel- und Plattensee. In der skandinavischen Halbinsel liegen der Mälar-, Hielmar-, Wener- und Wetters. auf der südöstl. Senkung des schwedischen Hochlandes. Im europäischen Tieflande liegen zahlreiche, meist kleine Seen um die Süd- und Ostufer des baltischen Meeres, meist höher als die benachbarten Stromthäler; die größten europ. S. finden sich um den finnischen Meerbusen; so der Ladoga, 292 □M. groß, 25 M. lang, 15 M. breit; Onegas., 30 M. lang, 10 M. breit; Seimas., Ilmens., Peipuss., 12 M. l., 10 M. br..

In **Afrika** bildet der ganze Süden vom Kap bis gegen 8° n. B. ein zusammenhängendes, noch wenig erforschtes, ohne Zweifel stark bevölkertes Hochland von 2,000′—7,000′ Erhebung, welches zum indischen und atlantischen Ocean mit Terrassen abfällt, deren Gebirgszüge häufig der Küstenrichtung parallel laufen. Eine Vorstufe des Südabfalls sind die **Karroo's**, gegen 3,000′ hohe Ebenen, welche nördlich durch die **Schneegebirge**, **Nieuweveldsgebirge**, die sich gegen 10,000′ erheben, und **Roggeveldsgebirge** begrenzt werden, über welche man zum

eigentlichen Hochlande gelangt. Den Küsten Sofala's und Mozambique's entlang läuft das Beth-, das Lupata- und Furagebirge, innerhalb welchen wieder das Hochland liegt. Auf der Westseite erheben sich vom Cap Negro bis Cap Lopez in Niederguinea die Stufenländer des Zaire ꝛc., zum Theil in erzreichen Gebirgszügen zum Hochlande. Am Busen von Biafra steigt das Hochland der Amboser zu Gipfeln von mehr als 13,000′ auf; nördlich von ihm findet sich eine große und tiefe Senkung, das Deltaland des Quorra, und jenseits derselben nordwestlich, erhebt sich als getrennter Theil des Hochlandes der Hochsudan, ein weites Gebirgsland, welchem Senegal und Gambia nach NW., der Djoliba nach NO. entströmen, das nach SW. mit dem Cap Sierra Leona in's Meer tritt, nach NW. mit der Terrasse der Fulah's nach den Ebenen Senegambiens, nach O. und NO. durch die Mandigoterassen zu den Tiefländern Innerafrika's abfällt. In ihm erheben sich die Küstenländer Oberguinea's zu den Bergterrassen der Ashantis und von Dahomey, und seine höchsten Theile heißen das Konggebirge. Der Verlauf des Nordrands Hochafrika's durch die Mitte des Erdtheils ist fast unbekannt. Sein Kern, die Mondgebirge, Gibbel el Komri, schließt sich im Osten an das nach N. abfallende Terassenland Habesch an, aus dem der östliche Nilarm kommt; die Verzweigungen der Mondgebirge nach W. sind unbekannt. Im vollkommnen Gegensatz zum hohen Südafrika steht das tiefe Nordafrika. Es zerfällt in die Stufenländer des Nil, Nubien und Aegypten, (die Gebirge, welche in ihm den Nil begleiten, heißen auf dem rechten Ufer Mokattam, auf dem linken lybischer Gebirgszug), den flachen Sudan oder Nigritien, vom Djoliba durchströmt, mit großen Binnenseen und den westlichen Quellströmen des Nils, das eigentliche Tiefland der Sahara, von kaum 500′ Seehöhe und endlich in die getrennten Gebirgsländer, die Plateaus des Atlas und von Barka. — Die Seen Afrika's sind nicht zahlreich und wenig bekannt. In Sudan finden sich: der vom Djoliba durchströmte Dibbie in der Nähe von Tombuktu, der Tschad in Bornu, welcher 900 □M. Flächeninhalt haben soll, der noch östlichere Fittre, und der große Sumpfsee Wangara; in Habesch der 10 M. lange, inselreiche Dembea oder Tsana, der große Alpensee des östlichen Nil; in Südafrika auf der Westseite der zweifelhafte Achelunda, welcher von S. nach N. 100 Stunden lang sein soll; auf der Ostseite ein großer langer Sumpfsee, dessen Nordtheil Zambre oder Zembere, dessen Südtheil Maravi genannt wird. — Die wenigen großen Flüsse Afrika's scheinen nicht auf dem Hochlande, sondern auf den Vorterassen zu entspringen, und erreichen nicht die Länge des Laufes, wie jene Asien's oder Amerika's. Viele

Küstenflüsse versiegen im Sande. Manche Flüsse haben Barren, Riegel von Sand an der Mündung. Der Nil ist der einzige größere Fluß, welche zur nördl. Abdachung, nach dem Mittelmeere strömt. Sein östlicher Quellstrom, der Bahr el Azrek oder blaue Fluß kommt aus dem abyssinischen Gebirge Gojam. Der westl. Quellstrom Bahr el Abiad oder weisse Fluß kommt von W. aus unbekannten Fernen, vom Nordrande Hochafrika's oder vielleicht aus dem See Tschad. In das atlantische M. von N. nach S. fließen Senegal, Gambia, Rio grande, Djoliba oder Quorra, (als ersterer vielleicht der Niger der Alten,) Zaire, Coanzo, Oranje-River. Zum indischen O. gehen: Zambese, Quilimance. Zum See Tschad: der Yeou und Shary. Es ist ungewiß, ob alle Gewässer Tiefsudans in den großen Binnenseen zusammenfließen, und dort verdunsten, oder mit dem westlichen Nilarm oder dem Djoliba kommunizieren. Von den Flüssen des eigentlichen Hochlandes ist nichts bekannt.

Amerika tritt mit den durch Kontrast von Hoch- und Tiefländern ausgezeichneten Erdtheilen der Osthälfte in Gegensatz, und erhält seinen Charakter durch ein ungeheures Kettengebirge, die Cordilleras de los Andes von 1,900 M. Länge und einer mittl. Breite von nur 15 M., welches im W. zwischen sich und dem Oceannur eine schmale Küstenterrasse von 10 — 15 M. Breite läßt, während im O. sich an dasselbe unermeßliche Tiefländer von 400,000 □M. Flächeninhalt anschließen. In Südamerika fallen die Andes gegen SO. zum Tieflande des la Plata, in der Nordhälfte zu dem des Maranon ab, und es laufen in dieser Richtung von ihnen vier Gebirgsjoche als Strebepfeiler aus: die Sierra de Cordova, Sierra de Salta, Sierra nevada von Cochabamba und Santa Cruz, und die Sierra von Beni. Von 18° s. B. bis 7° n. B. spalten sich die Anden (höchst eigenthümlich) neunmal in zwei, selbst drei parallele Ketten, die sich in Gebirgsknoten vereinigen, um sich abermal zu trennen. 6,000 — 12,000′ hohe Plateau's, zum Theil mit mildem Klima, bis 14,000′ bebaut, mit Städten und Dörfern besetzt, erfüllen den Raum zwischen diesen von S. nach N. gestreckten Ketten, die mit den schmalen von ihnen auslaufenden Seitenzügen herrliche Gebirgslandschaften bilden. Etwa um 3° s. B. scheidet sich das Alpenland von Peru von dem von Quito. Im erstern finden sich die höchsten gemessenen Schneepiks; so der Nevado von Chuquibamba 20,640′, Illimani 22,940′, Nevado de Sorata 23,640′; im letztern ist der Chimboraço von 20,100′ der höchste Punkt; die mittlere Höhe der Andes ist 11,100′. Fast alle Schneepiks (Nevados) der Anden Südamerika's sind erloschene oder noch thätige Vulkane; zerstörende Erdbeben sind ganz gewöhnlich.

Unter 7° n. B. spalten sich die Andes in drei Zweige, heißen Cordilleren von Neugranada, und vereinigen sich nicht wieder, sondern fallen in das Tiefland zum Meere und zur Landenge von Panama ab, deren schmalste Stelle nur 600′ Meereshöhe hat, während sich die Silla de Veragua zu 8,400′, die Cordillere von Nicaragua und Guatimala mit zahlreichen Vulkanen wieder zu 10,000′ erheben. Die Cordillere von Mejiko dehnt sich zu den 7,000′ hohen Plateaus von Anahuac und Guanaxuato aus, auf denen noch um 8—10,000′ höhere Schnee- und Feuerberge stehen, — so der Sitlal tepetl 16,320′, Popoca tepetl, 16,626′, Iztac zihuatl 14,730′ — und von denen Terrassen nach O. und W. abfallen. Das breite mejikanische Gebirgsganze theilt sich unter 21° n. B. in 3 Zweige: die gegen NO. bis zur Vereinigung des Missouri und Mississippi laufende Cordillere von Texas, die nach W. bis zum Nordende des Busens von Californien ziehende Cordillere von Sonora, und die Sierra Madre in der Mitte, deren Hochebenen zum Plateau von Neumejiko fortsetzen, das weiter nach N. in die Rocky Mountains übergeht, die sich in Gipfel bis 11,000′ erheben, und am Polarmeer enden. Abgesonderte Gebirgsglieder sind in Nordamerika: das Küstengebirge von Californien, im Eliasberg bis 16,900′ ansteigend, und das Kettensystem der Alleghanys; in Südamerika die Hochländer von Guyana (Gebirg von Parime) und von Brasilien. Die Flach- und Tiefländer Amerikas sind reich bewässert, fruchtbar, zum Theil mit unermeßlichen Urwäldern oder Grasfluren bedeckt, nur im äussersten Norden sehr kalt und steril. — Amerika's Ströme sind die längsten, wasserreichsten der Erde, undam weitesten stromaufwärts schiffbar. Die Hauptabdachung geht nach O., SO. und S., also nach dem atlantischen Ocean. Unter den Hauptströmen wendet sich nur der Columbia, in Nordamerika das große Kettengebirge durchbrechend, zur westlichen Abdachung und zum stillen Ocean. Von großen Strömen hat Nordamerika (ausser zahlreichen aber wichtigen kleinen) noch den St. Lorenz, welcher das Wasser einer ganzen Kette von Seen in die St. Lorenzbai des atlantischen Oceans führt, den Missisippi (mit Ohio und Missouri) 640 geogr. M. lang, und Rio del Norte, die ihre Fluthen in den Golf von Mejiko wälzen. Noch größere Ströme hat Südamerika. Von O. nach W., dann nach N., hierauf nach O. geht der Oronoko, L. 320 M., Stromg. 17,600 □M., der sich durch den aus ihm kommenden, in den Rio del Norte einmündenden Cassiquiare auf eine höchst merkwürdige Weise mit dem Amazonas verbindet; von W. nach O. Maranon oder Amazonas (mit dem Rio Negro), der größte Strom der Erde, 730 M. lang, Stromg. 88,400 □M.;

von N. nach SO. der Rio de la Plata, 460 M. lang, Stromg. 71,700 □M. — An großen zusammenhängenden Seen ist Nordamerika reich. Im W. von der Hudsonsbai liegen die kanadischen Seen, die sich gegen N. durch den Mackenzie und Kupferminenfluß mit dem Polarmeere, gegen O. durch den Albany und Savern mit der Hudsonsbai verbinden. Zu ihnen gehören der Sklavens., 1,400 □M. groß, Athapescows., Winipegs., Wäldersf. Im S. der Hudsonsbai liegen die Lorenzoseen, zusammen 4,600 □M. groß, deren Gewässer der St. Lorenz abführt. Sie sind der Superiors., 360 engl. M. lang, 140 M. breit, gegen 1,200′ tief, 1,980 □M. groß, fast ein Süßwassermeer, sehr klar; Huronf., 218 engl. M. lang, bis 160 M. breit, 766 □′ groß, an 900′ tief; Michigans., 64 M. l., nirgends über 10 M. breit, 900′ tief; Eries., 270 M. l., 63 M. br., 507 □M. groß; Ontarios., 230 M. l., 60 M. br., 300′ tief, 582 □M. groß. In Südamerika finden sich nur zwei größere Seen, der Maracaybo und der große Alpensee Titicaca, 12,000′ über d. M., 250 □M. groß.

Die Kenntniß des Kontinents von Australien beschränkt sich auf wenige Küstenstriche, besonders an der Ostseite, und die Bodenverhältnisse zeigen fast allenthalben große Einförmigkeit; die Küste ist meist flach, sandig, öde, nur hie und da sehr fruchtbar, die Landungsstellen wegen vorliegenden Riffen und Inselchen schwer zugänglich. Parallel mit der Südostküste streichen die blauen Berge, ein Gebirge aus mehreren Ketten bestehend, mit äusserst wenigen Pässen, voll steiler Abhänge und tiefer Schluchten, in einzelnen Gipfeln vielleicht an 7,000′ ansteigend. Am jenseitigen Abhang desselben finden sich schöne Thäler und Fluren, dann weite Ebenen, von etwa 1,500′ Meereshöhe, die sich aber nach dem Innern zu senken, und sich in undurchdringlichen Sümpfen verlieren, wohin auch viele Flüsse strömen. — Es sind zahlreiche, jedoch nur kleine Seen vorhanden. — In die Binnensümpfe scheinen sich zu verlieren der Castlereagh, Lachlan, Macquarie; von letzterm aber ist es höchst wahrscheinlich, daß er durch die Sumpfregion dem Meere zuströme. Der Morumbidgee entspringt nicht ferne von der SO.-Küste, und mündet an der SW.-Küste in den brakischen, 50 engl. M. langen, 40 M. breiten, sehr seichten See Alexandrina, der mit der Encounterbai in Verbindung steht. Der Brisbane und Tweed, deren Quellen noch unbekannt sind, fallen an der Ostseite in's M. Küstenflüsse, welche durch Ueberschwemmungen verheeren und befruchten, sind der Endeavour, Hawkesbury, St. Georgs- und Cookfluß, welche im O. — Schwanenfl., Salzwasserfl., Wilhelmsfl., Remissensfl., welche im W. in's Meer fallen; endlich der in den Meerbusen von Karpentaria mündende Caron. (Ueber die vorstehenden Verhältnisse

vergl. Zeune's und Ritter's Werke. Eine sehr gute Zusammenstellung hat auch Hörschelmann in der von ihm bearbeiteten 6ten Aufl. von Stein's Handb. d. Geogr. u. Statistik gegeben).

Es bleibt uns noch übrig, ein Wort über die Vertheilung der Feuerberge, Solfataren und Salsen (deren Charakteristik jedoch erst später zu geben ist,) über die Erdfeste zu sagen. Die Vulkane sind nicht ohne Zusammenhang über die Oberfläche der Erde vertheilt, sondern bilden Gruppen, Systeme, und vulkanische Regionen. Namentlich umgiebt den stillen Ocean ein ungeheurer Kreis von V. Die Ostküste des alten Kontinents, also Asiens, ist nämlich von Nord nach Süd von einer langen Kette noch brennender Vulkane begrenzt, (die malayischen Inseln enthalten davon die meisten) und die ganze Westküste Amerika's von den Aleuten und dem Vorgebirge Alaksa bis Feuerland ist mit ihnen besetzt, während das amerikanische Festland auf seiner Ostküste keinen einzigen hat. Sehr merkwürdig ist es, daß man in den beiden Meeren zwischen dem Nord- und Südtheil des alten und neuen Kontinents, also im europ. Mittelmeer und Meer der Antillen ebenfalls Vulkane findet. Man kann überhaupt auf der Erde sechs Regionen noch jetzt thätiger V. annehmen. Die erste und größte umfaßt alle jene in Amerika und seinen Inseln, welche den stillen Ocean begrenzen, ferner die der Ostküste Asiens und seiner Inseln an der Grenze desselben Oceans und in ihm; die zweite begreift die des europäischen Mittelmeers; die dritte jene des amerikanischen Mittelmeeres; die vierte die V. Islands und Grönlands; die fünfte jene der Azoren und Kanarien; die sechste die V. Centralasiens. Leop. v. Buch hat bekanntlich vor längerer Zeit unter den V. Central- und Reihenv. unterschieden, eine Trennung, welche sich jedoch kaum streng durchführen läßt. Alle Centralv. bilden nach ihm den Mittelpunkt zahlreicher, um sie her fast nach allen Seiten gleichförmig wirkender Ausbrüche, und steigen aus basaltischen Umgebungen empor, obwohl ihre Kegel fast ohne Ausnahme durch Trachyt gebildet sind. Von andern besonders primitiven Gesteinen zeigt sich kaum eine Spur, oder sie sind doch sehr entfernt, und mit ihnen in keinem unmittelbaren Zusammenhange. Die Reihenvulkane hingegen liegen in Reihen hintereinander, wie Essen auf einer großen Spalte, und ziehen sich zu 20, 30 und mehr über große Erdstrecken hin. Sie erheben sich entweder als einzelne Kegelinseln aus dem Meeresgrunde, oder am Fuße großer Gebirgsketten, und dann läuft seitlich und parallel mit ihnen gewöhnlich ein primitives Gebirge, oder sie stehen auf dem höchsten Rücken des Gebirges als dessen Gipfel. So steigen sie entweder aus dem Innern primitiver Gesteine empor, oder diese kommen in ihrer Nähe vor, je nachdem die Vulkanreihe am

Fuß von Gebirgsketten, oder am Saume von Kontinenten hinzieht. — Centralvulkane wären demnach die liparischen Inseln, der Aetna, der Vesuv mit den Phlegräischen Feldern, Island, die Azoren, Canarien, Inseln des grünen Vorgebirgs, die Gallopagos, Sandwichinseln, Marquesas, Sozietätsinseln, Freundschaftsinseln, Bourbon, die V. des asiatischen und afrikanischen Kontinents. Reihenvulkane sind hingegen jene der griechischen Inseln, Westaustraliens, der Sundainseln, der Molukken und Philippinen, Japan's, der Kurilen, Kamtschatka's, der Aleuten, Marianen, Chilis, Quitos, der Antillen, Guatimala's, Mejiko's. — Huot giebt in seinem Nouveau Cours elementaire de Géologie, tom. I[er] Par. 1837, p. 123 sq. meines Wissens das vollständigste Verzeichniß der noch jetzt thätigen V. und Solfataren der ganzen Erde. Er zählt deren 559 auf. Auf das europäische Festland kommen 4, auf die Inseln 18; auf das asiatische F. 55, die J. 71; auf Afrika's Kontinent 13, die J. 12; Amerika's F. 144, die J. 80; Oceaniens F. keiner, die J. 182. Wir geben nach ihm folgende abgekürzte Uebersicht, und fügen die Höhen der wichtigsten, bis jetzt gemessenen V. bei. Europa: 1. Vesuv, der höchste, östl. Punkt, Rocca del Palo, 3774′ hoch. 2. Monte Nuovo. 3. Solfatare von Puzzuoli, sämmtl. im Königr. Neapel. 4. Solfat. von Budos-Hegy in Siebenbürgen. 5. Aetna in Sizilien, 10200′ hoch. 6. Epomeo auf Ischia. 7. Stromboli, höchste, beständig rauchende Spitze 2037′ über d. M. 8. Vulkano. 9. Vulkanello; letzte 3 auf den liparischen Inseln. 10. St. Nicola, eine der Tremitiinseln im adriatischen Meer. 11. Calamo, auf der Insel Milo. 12. Santorin im griech. Archipel. 13. Savytcheff auf Neu-Semlia. 14. Vulkan der Insel Fayal, einer der Azoren, wie die folgenden. 15. V. d. J. Pico, bekannt unter dem Namen Pic der Azoren, 7300′ hoch. 16. V. d. J. St. Georg. 17—21. V. der J. St. Michael. 22. V. der J. Terceira. — Asien: 1—3. V. Centralarabiens. 4 u. 5. Vulkane oder Solfataren bei Jokmali im asiatischen Rußland. 6. Demavent, 7. Kophant, beide in Persien. 8 u. 9. Vulkane in Armenien. 10—12. V. in Beludschistan, wovon vorzügl. der Kouhé-Nouchadir brennt, und sich mit Efflorescenzen von Schwefel und Ammoniak bedeckt. 13. Abichtha, auf der Ostküste des Kaspimeers. 14—26. V. und Solfataren im chinesischen Turkestan, wovon besonders der Tourfan oder Ho-Tcheou, und der Pechan oder Hochan merkwürdig sind. 27—30. V. in Hindostan, darunter der Hayadong auf der Halbinsel Arakan mit einer Menge kleiner Kegel, von denen aber nur 2 Feuer und Schlamm speien. 31—46. V. auf Kamtschatka; darunter Kamtschatkaïa, Avatschinskoi, der gigantische Kliutschefskaïa, 18,805′ hoch ꝛc. 47. V. von Dien-Kyest in Indochina. 48—51. V.

von Memboo. 52—55. Solfataren in China. 56—73. V. der Kurilen, in langer Reihe von Kunaschir gegen Kamtschatka herauf liegend. 74—107. V. Japan's, besonders bekannt sind der Unsen, Bivo-no-Koubi, Fusi auf Nipon, einer der erhabensten der Erde, so hoch wie der Pic von Teneriffa, der Alamo. 108.—114. V. oder Solfataren der Lieu-Kiuinseln. 115. Pic der Insel Quelpaert. 116—119. V. auf Formosa. 120. Insel Ormus, am Eingang in den persischen Golf. 121. Insel Larek, ebendaselbst. 122—124. V. und Solfataren der Insel Namri, im Golf von Bengalen. 125. V. d. J. Djebel-Tar im arabischen Meerbusen. 126. Solfatare der Insel Pogorilaia-Plita an der Mündung des Kur in's kaspische Meer. Afrika: 1. Djebel Koldagi in Nigritien. 2—4. Djebel Noubah im Süden von Kordofan. 5. Djebel Dokhan zwischen Nil und rothem Meer. 6. Djebel Kebrit, ebendaselbst. 7. Höhle von Beniguazeval, an der N.O.-Küste von Fez. 8—13. 6 V. von Pater Kircher erwähnt. 14. Pic de Teyde auf Teneriffa. 15. V. von Lavanda auf Palma. 16—19. V. von Lancerotte. 20. V. von Fuego oder Fogo über 7000′ hoch, auf der Insel gleiches Namens, einer der Cap Verdischen. 21. V. d. J. Aszension. 22. V. d. J. Amsterdam. 23. V. d. J. St. Paul. 24. V. auf Madagaskar, der ungeheure Säulen Wasserdampf ausstößt. 25. V. de la Fournaise auf Bourbon, einer der gewaltigsten der Erde, 7500′ hoch. Amerika: (seine Feuerberge sind durch die fortlaufende Kette der Cordilleren mit einander verbunden) 1. V. in der Cooksstraße. 2. 3. V. auf der Halbinsel Alaska. 4. Eliasberg, im russischen Californien, und noch 4 andere ebendaselbst. 10. Tuxtla, 11. Pic de Orizaba, oder Citaltepetl, 16302′, 12. Popocatepetl, oder V. von Puebla, 16626′, 13. Jorullo, 14. Colima, sämmtlich in Mejiko. 15—56. V. in Guatimala oder Centralamerika. Die beiden Pics des speziell so geheißenen V. von Guatimala sind über 13000′ hoch. Der sogenannte Wasservulkan, V. de Agua, ist 19860′ hoch. 57—78. V. in Columbien. Nach Humboldt bildet der ganze hochliegende Theil von Quito mit den angrenzenden Bergen nur ein ungeheures vulk. Gewölbe, von mehr als 600 □M.; der Cotopaxi, Tunguragua, Antisana von 17956′, Pichincha etc. stehen auf demselben Gewölbe. 79—82. V. in Peru. Der bekannteste ist der Misti oder V. von Arequipa, von 16680′. 83—85. V. in Bolivia. 86—109. V. in Chili. 110—114. V. in Patagonien. 115. V. auf Grönland. 116. Beerenberg 6448′, auf Jan Mayensinsel. 117—145. V. auf Island; die ganze Insel ist gleichsam ein einziger, mächtiger Vulkan; am bekanntesten von ihren Feuerbergen sind Hekla, 4795′, Kattlagia-Jökul, Oeröfa-Jökul 5561′, Krabla, Skaptaa-Jökul, Skeideraa-Jökul, Leirhnukr. 146—169. V. der Aleuten; etwas besser bekannt sind die der Insel Um-

nak, Unimak, Unalaschka; der V. auf Tanaga ist wahrscheinlich der größte und schönste, an Umfang beinahe dem Aetna gleich. 170—180. V. der Gallopagosinseln. 181—184. V. auf Feuerland. 185—204. V. und Solfataren der Antillen. Sie scheinen mit der Grundgebirgskette von Caracas in Verbindung zu stehen. Keiner der Antillenv. mag 6000′ erreichen. Oceanien: 1—6. V. auf Sumatra; der Gunong-Dempo nordöstlich von Bencoolen soll 11200′ hoch sein. 7. V. der Insel Sebeiru oder Si-biru. 8. V. der Insel Salabat (nach dem arab. Geographen Edrisi). 9—58. V. auf Java. Die bekanntesten hievon sind der Papandayang, Bunangrang, Idjen, (Idienne). 59. V. der Insel Krakatoa in der Sundastraße. 60. Karan-Gassen auf der J. Bali. 61. V. d. J. Lombok oder Solampareng, 7,500′ hoch. 62. Tamboro, 63. Tambora, beide auf Sumbava. 64—74. V. und Solfat. auf andern Sundainseln. 75. Solfat. der Insel Nila. 76—77. V. d. J. Borneo. 78—81. V. von Lokang, auf der J. Celebes. 82—104. V. d. Molukken und Bandainseln. 105—121. V. d. Philippinen; am öftesten werden genannt der Sanguil auf Mindanao, der Majon oder Albay auf Luçon oder Manilla, der Ambil auf Mindoro. 122. V. der Capinsel in der Torresstraße. 123—127. V. auf und bei Neuguinea. 128—130. V. auf Neubrittanien. 131—134. V. des Salomons-Archipels. 135. Matthiasinsel, im O. von Neucaledonien. 136. V. d. J. Volkano im Santa Cruz- oder Königin Charlotten-Archipel. 137. V. d. J. Amrhym. 138. V. d. J. Tanna, mit voriger zu den neuen Hebriden gehörend. 139—144. V. der J. Tavai Poenammu (Neu Seeland) und benachbarter kleiner J. 145. V. van Wingen auf Neuholland. 146—150. V. der Freundschaftsinseln. Der V. Tofua ist 3,000′ hoch. 151—160. V. der Marianen. 1671—166. V. des Magelhaen-Archipels. 167. V. d. J. Tanongula, Lord Ansons-Archipel. 168—182. V. der Sandwichsinseln, darunter namentlich der Kuararai, Kiraueа, Mounga-Wororai, 12,693′ hoch, Mouna-Noa auf Hawaii. — Ausser den vorstehenden V., welche mehr oder weniger in Thätigkeit begriffen sind, giebt es zahlreiche erloschene. Zwischen beiden Klassen läßt sich aber keine strenge Grenzlinie ziehen, da V., welche seit Jahrhunderten ruhten, wieder thätig werden, und solche, die eben noch einen Ausbruch machten, vielleicht auf immer in Ruhe versinken können. Man hält jedoch diejenigen V. für dauernd erloschen, von deren Thätigkeit weder Geschichte noch Ueberlieferung etwas melden, welche aber durch ihre ganze geognostische Beschaffenheit ꝛc. unläugbar ihre ehemalige Thätigkeit beurkunden. Solche sind die Puy's der Auvergne, unter ihnen der mächtige Puy de Dôme, Puy de Sarcouy, Puy de Pariou. Dort erheben sich dürr und öde über 60 Kegel auf

2 Meilen Erstreckung in langer Reihe hintereinander. Vom Puy de Gravenoire über Clermont starren 3 Lavaströme in die Ebene herab, vom Puy de la Nugère, Puy de la Vache, Puy de las Solas einer. Mont Jughat stellt eine große Schlackenhalde vor. Aehnlich diesen Ausbruchskegeln der Auvergne sind mehrere erloschene Kegel um Olot in Catalonien, darunter der Montascopa, Montolivet, Puig de la Garrinada, la Cot, la Cruscà, la Cot Sainte-Marguerite. Viel mehr durch Fluthen verwischt und abgerundet erscheinen die erloschenen V. am Rhein und in der Eifel. Einer der höchsten Gipfel ist der Hochsimmer. Die vielen Kesselthäler der Eifel, der tiefe Laachersee sind vulkanische Einsenkungen. Die meisten Erhebungsinseln rechnet man zu dere Klasse der erloschenen V. Zu ihnen gehört auf dem Kontinent der Kaiserstuhl im Breisgau. Ueber Vulkane vergl. Hamilton, observat. on mount Vesuvius Lond. 1772, et campi Phlegraei, Lond. 1779. — Poullet Scrope, Considerations of Volcanos etc. Lond. 1825. — L. v. Buch, Physik. Beschrbg. d. kanar. Jus. Berl. 1825. m. Atl. — Ungern-Sternberg, Werden und Sein des vulkan. Gebirgs. Karlsr. 1825. — Poullet Scrope, memoir on the geology of central France, including the volcanic formations of Auvergne, the Velay and the Vivarais, Lond. 1827. 4. m. Atl. — Van der Wyck, Uebersicht d. rheinisch. und Eifeler erlosch. V. 2c. Bonn. 1826. — Daubeny, Description of activ and extinct volcanos. Lond. 1826. — A. de Bylandt Palstercamp, Theorie de Volcans. 3 volum. Par. 1836. av. atl. — Al. de Humboldt Fragmens de Géologie et de Climatol. asiatiques, tom. I. p. 100 — 123. — Ausserdem zahlreiche Notizen in den Reisebeschreibungen, dem Edinb. phil. Journ., Annal. d. Mines, Leonhards Taschenbuch, Journ. de physique., Biblioth. universelle, Gilberts u. Poggend. Annal. 2c.

IV. Hauptstück.

Geognostische Verhältnisse der Erdrinde.

Literatur. Den bereits S. 45 angeführten allgem. system. Werken über Geognosie fügen wir noch bei: De Luc, physik. und moralische Briefe über die Berge und die Geschichte der Erde a. d. Franz., von Gehler. 2 Bde. Lpzg. 1781. — Hutton, theorie of the earth. 2 vol. Edinb. 1795. — Scipio Breislak, Introduzione alle Geologia, Milano 1811. — G. v. Cuvier, die Umwälzungen der Erdrinde; deutsch bearb. von Nöggerath. 2 Bde. Bonn. 1830. — A. de Humboldt, Essai geognostique sur le gisement des roches, 2e edit. Par. 1826. — Al. Brongniart, Tableau des terrains, qui composent l'écorce du globe.

Par. 1829. — Nouveau Cours élémentaire de Géologie par Huot tom. 1[er] av. pl. Paris. 1837. — Höchst wichtig sind die Monographieen einzelner Gegenden, unter welchen wir nur Saussure's und Ebel's Schilderungen der Alpen, Fr. Hoffmann's, Keferstein's und Boués geognostische Beschreibungen Deutschland's, Nöggerath's Gebirge in Rheinland-Westphalen, von Buch's geogn. Beobachtungen auf Reisen durch Deutschl. und Italien, so wie seine Reisen durch Norwegen und Lappland, v. Hoff's Gebirgsformationen Thüringens, Klödens Mark Brandenburg, Beudant, Voyage mineralogique et géologique en Hongrie, G. Cuvier et Brongniart, descript. geolog. d. environs de Paris, Charpentier, Essai sur la constitut. geogn. des Pyrenées, Omalius d'Halloy, Memoire pour serv. à la descr. du Pays-Bas, Hausmann's Reise durch Skandinavien, Hisinger's mineralog. Geographie v. Schweden, Conybeare and Philipps, outlines of the geology of England and Wales, Mantells, Geology of Sussex, Maclure, observations on the geology of the united states, Al. v. Humboldt's Reise in die Aequinoktialgegenden des neuen Kontinents, so wie seine Fragm. z. Geol. u. Klimatol. Asiens, Roger's Notiz. üb. d. Geol. v. Nordamer. (l'Inst. 1836. p. 14.) Thurmann's, Mandelsloh's, Greßly's Beschr. des Jura ꝛc. aufführen.

Unsere Kenntnisse der **Struktur** der Erde reicht nur bis in eine sehr geringe Tiefe. Nach S. 364 verhält sich die Distanz des untersten Punkts, welchen bis jetzt Menschen erreichten, nämlich das Kohlenwerk von Monkwearmouth, zum Halbmesser der Erde nur = 1 : 13,000. Wir kennen also nur die ungemein dünne äusserste Rinde des Erdkörpers, und sind noch ausserordentlich weit entfernt, auch nur diese an allen Punkten der Erdfeste gründlich und vollkommen erforscht zu haben. — Wie allenthalben, so ist aber auch hier wieder die Analogie die große Lehrerin, welche bei Erforschung der Natur und Auffindung ihrer allgemeinen Gesetze leitet. Indem man ihr mit Vorsicht folgte, ist es möglich geworden, aus den bis jetzt geognostisch untersuchten Theilen der Erdrinde auf die noch unbekannten zu schließen. Umstände eigener Art, welche bald näher erläutert werden sollen, haben diesen Untersuchungen eine Sicherheit und Uebereinstimmung gegeben, welche man früher für kaum denkbar gehalten hätte.

Um mit den allgemeinsten, durch sie gewonnenen Resul-

taten zu beginnen, so hat man allmälig erkannt, daß die festen Mineralmassen, aus welchen die Rinde des Erdkörpers gebildet ist, sich in 2 Hauptklassen theilen, zwischen welchen eine dritte kleinere eingeschoben ist, und offenbar die großen Unterschiede jener beiden in allmäligen Uebergängen vermittelt. Die eine Hauptklasse nun begreift die geschichteten Formationen, welche eine zusammenhängende Reihe bilden, und in einer bestimmten Ordnung übereinander abgelagert sind; die andere umfaßt die ungeschichteten massigen Formationen, welche allenthalben zwischen den ersten verbreitet sind, häufig von ihnen bedeckt werden, aber keine bestimmte Aufeinanderfolge zeigen. Die Gesteine der geschichteten Formationen, zu welchen die verschiedenen Sandsteine, Konglomerate, die Thone, Sand und Grus, die verschiedenen Kalksteine und mehrere Schiefer gehören, sind meistens von einfacher Beschaffenheit, durch mechanische Aggregation gebildet, ihre Masse ist in Platten abgetheilt, die unter sich parallel laufen, und bei unbedeutender Mächtigkeit (Dicke) sehr lang und breit sind. Solche einzelne, von einander getrennte, manchmal nur wenige Ruthen, manchmal viele Stunden lange und breite Platten sind eben die Schichten. Bestände die Erdrinde bloß aus diesen geschichteten Formationen, so würde sie gleichsam eine aus ungleich großen, übereinander liegenden Schuppen gebildete Epidermis darstellen. Man erkennt leicht, daß die geschichteten Formationen durch langsamen Niederschlag aus dem ehemals die Erde bedeckenden Urmeere gebildet seien, also neptunischen Ursprung haben. Das Vorkommen zahlloser Ueberreste sekundärer Organismen in ihnen erhebt diese Wahrscheinlichkeit zur absoluten Gewißheit; Abdrücke von Pflanzen, Milliarden von Konchylienschaalen, Fische noch mit dem Raube im Rachen, Krebse, Röhrenwürmer und Korallen, Knochen von Reptilien, und in den neuesten dieser Schichten auch Skeletreste von Vögeln und Säugthieren, — sehr häufig unter Umständen vorhanden, welche es im höchsten Grade wahrscheinlich machen, daß die Thiere da gelebt haben, wo sich ihre Reste finden, — zeigen offenbar, daß das Element, in welchem

sich dieses wimmelnde Leben zum Theile bewegte und sämmtlich unterging, nur Wasser gewesen sein konnte. Die Gesteine der zweiten Hauptklasse, der massigen ungeschichteten Formationen, die aus Granit, Porphyr, Syenit, Grünstein, Serpentin, Gabbro ꝛc. gebildet werden, zeigen sich, obwohl manchmal plattenförmtg, würfelförmig, parallelopipedisch abgesondert oder zerklüftet, doch nie geschichtet, sind von vorherrschend krystallinischer Bildung, und bestehen meistens aus mehreren gemengten, vollkommener oder unvollkommener krystallisirten Mineralien. Sie scheinen durch glühenden Fluß, oder durch Erstarrung von Massen gebildet, die in geschmolzenem Zustande, von innen heraus, an die Oberfläche getrieben wurden. Nie bedecken sie die Oberfläche weiter und großer Gegenden in der Art, wie die geschichteten Formationen, sondern scheinen, obwohl sie in gewisser Tiefe vielleicht die Grundlage von diesen ausmachen, gegen die Oberfläche zu vorzüglich das feste Gebälke, das Gezimmer der Erdfeste zu bilden, an welches sich die neptunischen Niederschläge anlagern, es bedecken, häufig aber von den granitischen Massen emporgehoben (manchmal fast senkrecht aufgerichtet) wurden, welche sich in einigen Fällen auch über und zwischen die geschichteten Formationen ergossen haben, oder die Gänge und Spalten ausfüllen, welche letztern vermuthlich durch heftige Zerreissung der Schichten entstanden sind. Von organischen Resten ist in den massigen, ungeschichteten Formationen keine Spur zu finden; statt ihrer tritt ein viel größerer Reichthum von Mineralgattungen auf; die schönsten Gesteine und mannigfachsten Metalle kommen in üppiger Fülle und in den vollkommensten Krystallen vor. Dort finden sie sich besonders in den nach Entstehen und Bedeutung noch immer so räthselhaften Gängen; in Lagern, Stöcken, Nestern ꝛc. Die Wahrscheinlichkeit, daß die massigen, ungeschichteten Felsgebilde dem Feuer — wenn auch einer besondern Modifikation desselben — ihren Ursprung verdanken, hat veranlaßt, sie plutonische Formationen zu nennen, und wird zur Gewißheit gesteigert, wenn man ihren allmäligen Uebergang zu den noch unter unsern Augen sich bildenden, in feurigem

Flusse aus dem Erdinnern hervortretenden vulkanischen Gebilden betrachtet. Plutonische wie vulkanische Formationen treten in Schnüren, Trümmern und Gängen in die verschiedensten geschichteten Formationen hinein, dringen in Keilen, Stöcken, Kegeln in sie herauf, und haben an den Berührungsflächen mit selben vielfache Veränderungen ihrer Gesteine bewirkt. Beide haben zu den verschiedensten Zeiten die Schichtgebirge gehoben, und sind durch sie an die Oberfläche getreten. Bei der Verschiedenheit, welche zwischen vulkanischen und plutonischen Gesteinen statt findet, (indem letztere besonders das ausgezeichnet Blasige und Schlackige jener nicht zeigen,) fehlt doch keineswegs die Uebereinstimmung. In beiderlei Massen sind analoge Mineralien eingewachsen; dann haben von plutonischen Gesteinen die sogenannten (durch Hornblende und verwandte Gattungen) charakterisirten Trappgesteine eine nahe Beziehung zu Basalten und Doleriten, welche zu den vulkanischen Gesteinen gehören. So findet also zwischen plutonischen und vulkanischen Gebilden äussere und innere Verwandtschaft statt, und sie treten als massige, ungeschichtete Formationen in einen Gegensatz zur andern Hauptklasse, den geschichteten Formationen. Beide würden sich ohne Beziehung und Zusammenhang gegenüber stehen, wenn nicht eine dritte untergeordnete Formationenreihe vorkäme, deren Gesteine zwar geschichtet sind, welche aber keine organischen Reste führen, und daher auf der einen Seite an die vulkanisch-plutonischen Formationen grenzen, mit welch letztern sie sogar manchmal wirklich verfließen, während sie andere Male über geschichteten Gebirgsarten gelagert sind, ohne aber wie diese aus dem Wasser niedergeschlagen zu sein. Dieses ist der Fall beim Thonschiefer, Wetzschiefer, Kieselschiefer, Glimmerschiefer, Talkschiefer, Gneis rc. Man führt diese Gruppe als eine intermediäre unter dem Namen untere geschichtete oder versteinerungslose Gebirgsarten auf. Durch die verschiedenen Schiefer schließen sie sich an die geschichteten, versteinerungführenden, durch den Gneis mittelst des Granits an die versteinerungslosen, massigen an. Dieser Mittelzustand der geschichteten versteinerungs-

losen Formationen kann durch gewisse ursprüngliche Bildungsvorgänge herbeigeführt worden sein, oder es können wahre geschichtete versteinerungführende Massen (z. B. durch glühende Dämpfe) eine solche Umwandlung erlitten haben, daß zuerst nur die organischen Ueberreste in ihnen zerstört wurden, und nur die Schichtung zurückblieb, endlich das Gestein selbst umgewandelt, und den krystallinischen ähnlicher wurde, zuletzt die Schichtung selbst verloren gieng, wie es z. B. bei der Umwandlung des Kalks in den Dolomit erfolgte. In der That haben viele schon gebildete Gebirgsmassen Veränderungen solcher Art erfahren, neue Bestandtheile traten dazu, andere giengen verloren, die zurückbleibenden traten in neue Verbindungen, alles so, daß die Masse nicht gänzlich umgeändert, und daß ihre räumlichen Verhältnisse beibehalten wurden. Keine Formationsreihe zeigt in der Mischung und Zusammensetzung ihrer Gesteine so viel Uebergänge, so viel Mannigfaltigkeit und Gesetzlosigkeit, als die geschichteten versteinerungslosen. — Während man bei den geschichteten Gebirgsmassen in Rücksicht auf ihre Entstehung die unten liegenden Schichten nothwendig für die ältern, die auf ihnen liegenden für jünger, die obersten für die jüngsten, am letzten gebildeten halten muß, findet weder bei den massigen Gebirgsarten noch bei den intermediären, geschichteten, versteinerungslosen eine solche chronologische Altersfolge statt; für sie gilt nicht, daß das unten Liegende das Aeltere sein müsse. Die plutonischen, wie die vulkanischen Gebirgsarten kommen zwischen und auf den ältesten, wie den jüngsten geschichteten Gesteinen vor, obwohl sie zum Theil auch die älteste Grundlage der Erdfeste bilden mögen, welche vorhanden war, ehe noch eine geschichtete Formation bestand. Auf diese Weise läßt sich wohl Werner's Ansicht, daß der Granit die älteste Gebirgsart sei, rechtfertigen; er ist die älteste, indem er die Grundlage aller übrigen ausmacht; nicht aller Granit ist aber die älteste Gebirgsart, da Massen von ihm häufig auf und zwischen sehr neue Schichten gelagert, sie überströmend und sich zwischen sie drängend gefunden werden, welche also erst nach deren Bildung hervorgetrieben sein konnten.

Die Hauptmomente nun, welche bei der geognostischen Betrachtung berücksichtiget werden, sind: die Natur der Gesteine, aus welchen eine Formation besteht*), ihre wechselseitige Anordnung im Großen und Aufeinanderlagerung, und die organischen Ueberreste, welche sich etwa in ihnen finden. Welche Wichtigkeit die Untersuchung der Felsarten habe, leuchtet schon aus der oben angeführten Verschiedenheit der Gesteine der geschichteten, plutonischen, vulkanischen Formationen ein. Das allerwichtigste geognostische Moment sind aber die Lagerungsverhältnisse der Gebirgsmassen, die Folge der aufeinanderliegenden Schichten, ihre gegenseitige Verbindung, Gestalt, Krümmung, Untertäufung rc. Fast eben so wichtig sind die fossilen Ueberreste organischer Wesen. Sehr viele Lagen der Erdkruste schließen nämlich eigenthümliche organische Ueberreste ein, die nur in ihnen vorkommen, und werden also durch sie charakterisirt, und allenthalben, wo man sie auch an den entferntesten Orten findet, wird man hiedurch eine Identität dieser Lagen erkennen, sobald nicht die Lagerungsverhältnisse widersprechen. Nun bemerkt man aber eine bestimmte Stufenfolge dieser organischen Ueberreste von den untersten, ältesten Schichten zu den neuesten. Betrachten wir z. B. Bronn's vortreffliche Uebersichtstabelle in seinen Lethaea geognostica, so sehen wir, daß in den ältesten, geschichteten Massen, nämlich im Uebergangskalk und Thonschiefer sich noch keine phanerogamischen Pflanzen, sondern nur agamische finden; in der

*) Die Felsartenlehre wird immer in der Geognosie abgehandelt, obwohl sie nach einem logischen System der Naturwissenschaften in die Mineralogie gehört, die dann wesentlich aus der Oryktologie und Petrologie bestehen würde. Betrachtet man den Erdkörper als ein Ganzes, so verhielten sich die einfachen Mineralien etwa zu ihm, wie die Stoffe und einfachen Gewebe zum menschlichen Leibe, und die Felsarten, wie die zusammengesetzten Gewebe. Man beschreibt in der Geologie auch nicht die foßilen Pflanzen und Thiere, sondern überläßt dieses der (paläontologischen) Botanik und Zoologie, und führt bei den einzelnen Formationen dann bloß ihre Namen, als etwas Gegebenes auf; gerade so muß man es mit den Felsarten machen, deren Charakteristik in die Mineralogie gehört, von denen indeß ebenfalls die Geognosie Gebrauch macht.

Grauwacke und dem Grauwackenschiefer zeigt sich nun auch bald eine sehr große Anzahl von Gefäßkryptogamen oder Farrnkräutern, während die Mono- und Dikotyledonen erst vom Kohlensandstein an erscheinen. Von thierischen Ueberresten findet Bronn in der ganzen ersten Periode oder Formation, welche man unter dem Namen der Kohlengebirge zusammenfaßt, nur Ueberreste von Zoophyten, Mollusken, Fischen der Ordnung Gonilepidoti, und krokodilartigen Reptilien. In der zweiten Formation, den Salzgebirgen, zeigen sich auch schon Knorpelfische; in der dritten, den Oolithgebirgen, werden diese zahlreicher, es erscheinen die ersten Ueberreste von Spinnen und Insekten, von Frosch- und Eidechsenartigen Thieren, und von Schildkröten; in der vierten Periode, jener der Kreidegebirge, gesellen sich zwar keine neuen Familien zu denen der schon vorhandenen Organismen, aber viele bereits vorhandene werden zahlreicher, und es erscheinen manche neue Sippen; erst in der fünften Periode oder Formation, den Molassegebirgen, oder den Schichten, welche auf der Kreide liegen, treten die höhern Cephalozoa oder Wirbelthiere, nämlich Vögel und Säugethiere auf, während Ueberreste des Menschen, des Schlußsteins der ganzen Schöpfungsreihe, nur wenig über die obersten, geschichtlichen Straten hinaufreichen. Was nun diese Folge besonders interessant macht, ist die Vorstellung, die man vom produktiven Gang der Natur hegt, welcher mit einfachern Geschöpfen begonnen habe, zu immer zusammengesetztern fortgegangen sei, und mit den vollkommensten und zusammengesetztesten geendet habe: ein Fortschreiten, das in den Resten der aufeinanderfolgenden Reihe der geschichteten Formationen dokumentirt ist. Bei allem Dem darf man den Petrefakten keinen zu großen Einfluß auf die Geognosie einräumen. So dürfen z. B. Massen mancher Lagerung, von denen die eine Versteinerungen, die andere keine einschließt, nicht zu verschiedenen Formationen gerechnet werden. Sogar eine kleine Abweichung in den Petrefakten mineralogisch gleich beschaffener, weit von einander entfernter Formationen, hebt ihre Identität nicht auf, da in der Urzeit eben so gut klimatische Einflüsse auf die Organismen

verändernd einwirkten, als heut zu Tage ꝛc.*) Sobald einmal die Wichtigkeit der foßilen, organischen Reste für die Erkenntniß der Identität bestimmter Schichten in den verschiedenen Gegenden erkannt war, bemühte man sich, sorgfältig die jeder Schicht angehörigen Pflanzen, Korallen, Ringelwürmer, Mollusken, Wirbelthierknochen ꝛc. zu sammeln, zu bestimmen, und genaue Verzeichnisse von ihnen anzufertigen. Die Resultate dieser Arbeiten sind indeß noch nichts weniger als vollkommen klar und zuverläßig; theils wegen den unvermeidlichen Verwechslungen, wegen den unrichtigen Bestimmungen und verschiedenen Nomenklaturen der organischen Reste, theils weil aequivalente Gebirgsarten verschieden bestimmt und benannt, und über einander liegende Schichten bald in mehrere Glieder gesondert, bald als einem Gliede angehörig betrachtet wurden. Man sieht leicht, daß analoge Umstände dem Durchdringen zur Wahrheit und der Vereinigung zu einem bestimmten System der geognostischen Formationen sich entgegenstellen, wie etwa bei der botanischen und zoologischen Systematik. Nichts desto weniger ist man in den Hauptgruppen schon ziemlich einig und auch die Anordnung der speziellen Schichten zeigt bei den verschiedensten Autoren

---

*) Gray bekämpft (in einer in der Royal Soc. 18. Juni 1835 gelesenen Abh.) die Meinung der Geologen, daß alle Konchylienschaalen von gleicher Gestalt und gleichen Charakteren von Thieren derselben Sippe bewohnt seien; daß alle Gattungen einer Sippe unter gleichen Verhältnissen leben; daß alle Gattungen foßiler Konchylien, welche zu einer lebenden Sippe zu gehören scheinen, durch Thiere gebildet seien, welche im Leben die nämlichen Sitten hatten, wie die am häufigsten beobachteten Gattungen dieser Sippe; — und will zeigen: 1) daß Schalen, die zur selben natürlichen Sippe zu gehören scheinen, manchmal von sehr verschiedenen Thieren bewohnt sind; 2) daß manche Mollusken, in Verhältnissen leben oder doch leben können, die von jenen der meisten andern Gattungen ihrer Sippe verschieden sind. Die Thiere von Patella und Lottia sind sehr unähnlich, die Schalen generisch kaum zu unterscheiden. Manchmal weichen die Thiere sehr ab, die Schalen bieten nur unzureichende spezifische Unterschiede dar. Bei foßilen Schalen müssen alle Schwierigkeiten zunehmen. Gattungen *einer* Sippe leben öfters in der Erde, im süßen und Salzwasser, manche Gattungen im süßen, Salz- und Brackwasser ꝛc.

eine überraschende Aehnlichkeit. — Wir geben im Folgenden eine Uebersicht der geognostischen Formationen; die Beschränktheit des einmal bestimmten Raumes erlaubt aber nur, die wesentlichsten Merkmale und die vorzüglich charakteristischen Petrefakte anzugeben.

I. Klasse. Abgesetzte, versteinerungführende Formationen.

I. Periode. Neue Formationen oder Bildungen, welche noch jetzt fortdauern.

Hieher gehören alle noch jetzt in der Fortbildung begriffenen Schichten von Schutt, welche durch Regen-, Land- und Meerwasser, und durch Gletscher aufgeschwemmt und angehäuft werden. Große Ströme, z. B. der Mississippi, führen alljährlich eine Menge Gesteine, Sand, Schlamm, Bäume, Gesträuche, Thierüberreste herab, welche zum Theil im Strome selbst Inseln bilden, zum Theil an der Mündung liegen bleiben, oder in's Meer übergehen. Kleinere Gewässer bringen oft bedeutende Massen Gesteins von den Gebirgen herab; vorzüglich beim Anschwellen, und bei starkem Fall. Die Flüsse bilden öfters an der Mündung in Landseen und Meere Delta's, in welchen Land- und Süßwassergeschöpfe, Land- und Meerwassergeschöpfe, oder alle zugleich eingeschlossen vorkommen. So bildet der Rhone beim Einfluß in den Genfersee, und in's Meer Delta's, so auch der Nil, der Ganges (das Delta dieses ist fast 50 geogr. M. lang, u. an der Basis wenigstens 40 M. breit). Die Seen, die Gas-Asphalt-Mineralquellen bilden ebenfalls Ablagerungen. (Ctesias erzählt in seiner Gesch. v. Indien, daß es daselbst eine Quelle von Goldsand gebe, den man mit Krügen schöpfe, und der an der Luft verhärte. Dieses Faktum erklärt v. Paravey durch den sogenannten Strudelsand (sables bouillans), welcher namentlich in Belgien, vorz. an der Schelde die Grabarbeiten so schwierig macht, indem er die Ausgrabungen in wenig Augenblicken anfüllt. Dieser Sand springt mit den Quellen hervor, und führt in Indien wahrscheinlich Goldflimmern mit sich. l'Institut, 1834, p. 418). Merkwürdige Versandungen sonst fruchtbarer Gegenden kommen in Aegypten und auch in Schottland vor. (Vergl. über letztere Cuvier-Nöggerath, Bd. 2. S. 178. ff.) Am Meeresufer thürmen sich Sandbänke und Dünen auf, welche oft kleinere Wassermassen vom Meere abschließen, deren Wasser dann durch die in sie fallenden Landgewässer halb salzig, brackisch wird und zugleich Süß- und Salzwassermollusken nährt. Ueber merkwürdige, von Peron und Lesueur an den neuholländischen Küsten beobachtete, stets noch fortdauernde Sandsteinbildungen, in welchen eine Menge Thier- und Pflanzenreste eingeschlossen werden, siehe man Cuvier-

Nöggerath, Bd. 2, S. 73. Ein staubartiges Kalkquarzcement, dort aus zerriebenen Konchylien und Meersand entstehend, inkrustirt selbst die lebenden Bäume an der Küste, tödtet sie, und verwandelt Alles in eine Sandsteinmasse. Auch an der Küste von Tranquebar und bei Messina bilden sich noch immer neue Sandsteine, s. a. a. O. S. 78. Durch Ebbe und Fluth werden die an der Küste durch die Landgewässer aufgehäuften Materialien weiter in's Meer geführt, und bilden dort mit den in ihnen eingeschlossenen organischen Resten Depositionen in dem tiefern Meeresbecken. — Zu den neuen Formationen tragen auch die noch jetzt thätigen Vulkane viel bei durch Auswürfe von Asche, Bimsstein, Laven, Obsidian ꝛc. Um erloschene von noch thätigen Vulkanen, die also den neuen Formationen angehören, zu unterscheiden, muß man auf die Versteinerungen der zwischen den Laven vorkommenden Schichten Rücksicht nehmen. Man überzeugt sich z. B. aus ihnen, daß die Laven der euganeischen Berge in Oberitalien zu einer Zeit ausgestoßen wurden, als das Mittelmeer noch von ganz andern Thierarten bewohnt war, als jetzt, während die Laven von Ischia in einer spätern Zeit flossen, wo es schon die noch jetzt lebenden Schalthiere nährte. An den noch jetzt thätigen Vulkanen bilden Sand, Schlacken, Lava, Asche verschiedene, sich durch Farbe, Größe und Härte des Korns, Mächtigkeit ꝛc. von einander trennende Schichten. Die meisten Laven werden durch Gase und Atmosphärilien leicht wieder zersetzt und zu weichen, thonartigen Massen. Vulkanische, ins Meer geführte Materien bilden mit den Muscheln, Korallen ꝛc. daselbst eigenthümliche Schichten, Tuffe, Peperino, vulkanische Konglomerate. Heftige Regengüsse geben mit der vulk. Asche und den leichten Schlacken Schlammströme, welche später zu vulk. Alluvionen erhärten. — Feldspath und Albit bilden im Allgemeinen mehr als die Hälfte von der Masse der neuern Laven. Waltet der Feldspath vor, so nennt man die Laven trachytisch, herrscht Augit vor, basaltisch. In vielen Laven, den sogenannten Grausteinen, treten beide Gemengtheile in gleichen Verhältnissen auf. — Gas- und Schlammvulkane oder Salsen, strömen Gas und Schlamm (Thon häufig mit Kochsalz und Asphalt durchdrungen) aus den selbstgebildeten, konischen Thonhügeln aus. — Zu den neuen Formationen gehört auch die Korallenbildung. Sie geht in den tropischen Meeren, etwa bis zum 34° n. B. vorzüglich in der Südsee, dem arabischen und persischen Golf und bei Bourbon vor sich. Nicht aus dem Meeresgrunde herauf, sondern auf untermeerischen, nur einige Klafter tiefen Berggipfeln (Kraterrändern, Felszacken,) führen die Polypen gewisser Steinkorallen, vorz. der Madreporen, ihre Kalkmauern auf, und die aufeinander folgenden Generationen erhöhen sie über

den Meeresspiegel, doch nur bis zur höchsten Fluthhöhe. Auf die auf diese Weise entstandenen Korallenriffe, werfen die Wogen Meerthiere, Sand, Bruchstücke vom Korallenbau selbst, welches Alles sich nach und nach zu fester Masse verbindet. Die Korallenriffe des stillen Meeres sind häufig kreisförmig, (vermuthlich weil sie auf Rändern von zum Theil sehr großen, aus dem Versinken eines Theils vom Vulkan entstandenen Kraterrändern stehen) und schließen im Anfange einen See ein, in dessen ruhigerm Wasser andere Korallenthiere bauen, ihn endlich anfüllen, und eine niedrige Insel herstellen. Durch den Koth der Seevögel entsteht auf dieser allmälig eine dünne Schicht Dammerde, in welcher zuerst kleinere, dann größere Pflanzen, endlich Bäume gedeihen, und das neue Land zum Aufenthalte des Menschen geschickt wird. (Vergl. Cuvier-Nöggerath, Bd. 2, S. 82. Resumé von Forster's, Flinder's, Chamisso's, Quoy's und Gaimard's Beobachtungen.) — Ferner gehören zu den neuen Formationen die untermeerischen Wälder und die Torfmoore. Erstere finden sich nicht selten an Großbrittaniens und Nordfrankreichs Küsten, bestehen aus Anhäufungen noch jetzt dort wachsender Bäume und Kräuter und sind in Folge von Erdbeben mit dem Lande unter Wasser gesunken. Untermeerische Torfmoore finden sich hie und da an den Ostseeküsten. In ihnen kommen Land-, Sumpf-, Süßwasserpflanzen, in ihrer Mitte auch Eichen- und Fichtenstämme mit den Wurzeln, unter ihnen Süßwassermuscheln vor. Torfmoore auf dem Lande kommen häufig in der norddeutschen Niederung, Dänemark ꝛc. vor; so wie auf Gebirgsplateau's, wo den Wassern auf einer undurchdringlichen Unterlage der Abfluß fehlt; so auf der Granitfläche des Brocken im Harz, rheinischen Schiefergebirge, den Ardennen, Vogesen, Schottland, Schweiz, Irland. Die Torfbildung ist auf sumpfige Orte von niedriger Temperatur beschränkt, wo sich Wasserpflanzen, (besonders das Torfmoos, Sphagnum palustre) ohne zu faulen, zersetzen können. Der Torf, auch weggeschafft, erzeugt sich wieder; man findet in Torfmooren Kunstprodukte, Menschenleichen noch mit der Kleidung, verarbeitete Hölzer ꝛc. von Mineralien besonders solche aus der Eisenreihe: phosphorsaures, kohlensaures Eisenoxydul, phosphors. Eisenoxyd, Eisenvitriol, Eisenkies, Raseneisenstein. — Auch der Eisfels (von v. Meyer mit Recht unter die geognost. Straten eingeführt,) der Alpengipfel und Polarregion (s. Cuvier-Nöggerath Bd. 2, S. 12.) gehört zum Theil zu den neuen Formationen. Ebenso auch die Salzbildungen, Ablagerungen, Bänke von Kochsalz in manchen Seen und im Meere. Auch manche Knochenhöhlen und Knochenbreccien gehören zu den ganz neuen Bildungen. Durch Erdbeben entstehen Risse und Spalten, emporgehobene Gebirgsmassen werden zerrissen und

zerklüftet. Diese Spalten werden durch Wasserströme, welche durch sie gehen, und Gase, welche ihre Wände zerfreßen, erweitert. Wie noch jetzt die Kalksteinhöhlen von Morea durch Gewässer mit Schlamm und Geschieben erfüllt werden, und im Sommer, wenn die Ströme versiegt sind, Füchse und Schakale daselbst leben und ihre Beute verzehren, deren Ueberreste dann in der rothen, schlammigen Ochererde zuweilen mit Menschenknochen gefunden werden, so gieng es auch mit den Knochen-Höhlen älterer Zeiten. Den Boden mehrerer H. und die daselbst befindl. Lage von knochenführendem Schlamm bedeckt oft eine Lage von Stalagmit. (So nennt man die am Boden befindlichen Tropfsteine, die an der Decke hangenden heißen Stalaktiten.) Noch jetzt lebende Thiere stürzen in Felsspalten, z. B. des Felsens von Gibraltar, Nizza, Sardinien, — und ihre Knochen werden durch ein Cement rother Erde zu einer Knochenbreccie verbunden, wie sie sich häufig an verschiedenen Punkten der Küste des Mittelmeeres finden. In durch sehr lange Zeiträume offenen Schlünden können sich daher Thiere der Urwelt mit solchen der neuesten Zeit und mit Menschenknochen zusammenfinden. Wo Exkremente von Thieren mit vorkommen, muß man annehmen, daß sie in den Höhlen gelebt haben; wo Menschenknochen mit antidiluvianischen Thieren zusammen vorkommen, konnten sie möglicherweise auch von Menschen herrühren, welche in der postdiluvianischen Zeit in ihnen lebten, oder begraben, oder durch einbrechende Wasser dahin geschwemmt wurden. — Durch Emporhebung von Gebirgsmassen konnten nach vorausgegangener Ablagerung noch gegenwärtig lebende Mollusken hoch über das jetzige Meeresniveau gelangen, wie bei Uddevalla in Schweden, Küste des Mittel- und kasp. Meeres, Westküste Südamerika's, Ostküste Nordamerika's. — Organische Reste der neuen Formationen. Sie werden meistens noch jetzt lebenden Thieren und Pflanzen angehören; (so dem Menschen selbst, wozu die im Gestein aus Korallen und kleinen Stücken dichten Kalksteins auf Guadeloupe gefundenen Skelete, Hausthiere rc.) dann einigen früher an gewissen Orten lebenden, jetzt von da verdrängten Thieren (foßiles Elenn, foßiler Hirsch), endlich einigen ganz vertilgten oder ausgestorbenen, darunter auch Thieren der heißen Zone (foßiles Pferd, Cervus euryceros, Bos primigenius, Elephas? Mastodon maximus, Megatherium, Megalonyx?) Das Vorkommen von Elephanten ist, wie man sieht, noch zweifelhaft. Zwar wurde 1834 in der Société géologique von Lajoye der untere Theil einer foßilen Elephantenmaxille vorgelegt, der aus den neuesten Schichten der Rheinufer bei Mannheim sein soll. Die Spezies, welcher er angehört, wäre nicht größer gewesen, als ein Stier. Nach Constant Prevost befänden sich in einer

engl. Sammlung mehrere Theile eines foßilen Elephantenskelets von den Küsten von Norfolk, deren Dimensionen auf ein Thier von der Größe des Büffels schließen ließen. Nach Fairholme soll in Indien noch eine Elephanten-Race (?) von solcher Kleinheit existiren. l'Institut 1834. p. 371. Ueber Anthropolithen s. Buch IX.

II. Periode. Tertiäre Formationen, Lyell. (Gruppe über der Kreide, de la Beche; Izémiens thalassiques, Alex. Brongn.)

Sie sind jünger als die sekundären, reichen aber kaum bis zu jener Zeit herab, in welcher der Mensch entstanden ist. Lyell führt die europäischen tertiären F. auf 4 Gruppen zurück, von denen jede durch ein sehr verschiedenes Verhältniß foßiler, aber noch gegenwärtig lebender Molluskenspezies charakterisirt ist. In den ältern Perioden treten nur sehr wenige mit jetzt lebenden identische Gattungen auf; in den neuern nehmen aber diese immer mehr zu.

1) Neuere pliocenische Schichten, Lyell.

Besonders mächtig in Sizilien, wo sie im Notathale 1—2,000′ hohe Berge bilden. In den Neptunischen Straten kommen sehr häufig die Konchylien des Mittelmeers vor; die feurigen Massen sind sehr oft die Produkte auf einander folgender untermeerischer Eruptionen. Zu diesen Bildungen gehört auch der größte Theil der Masse des Aetna, die Masse des Monte Somma, mehrere Kegel in den phlegräischen Feldern, einige Schichten in der Bai Conception in Chile, auf St. Vincent, Guadeloupe, auf Madeira; ein Lager von feinem Sand bei Grosoeil mit noch jetzt im benachbarten Meere lebenden Konchylien, eben so der alte Strand an der skandinavischen Küste, dessen foßile noch jetzt lebende Konchylien eine Hebung desselben um einige 100′ seit der neuen pliocenischen Periode beweisen. Messungen lehrten, daß Schweden und Norwegen unmerklich langsam, aber fortwährend, etwa 2—3′ in einem Jahrhundert gehoben werden. Von Süßwasserformationen gehören alle hieher, die in den Becken jener Seen gebildet wurden, welche vor dem Dasein des Menschengeschlechts existirten; so das nun trockne Elsathal zwischen Siena und Florenz. Ferner gehören hieher die Travertine und Kalktuffe der obern Schichten der Hügel Rom's, der Löß oder Lehm im Rheinthale, die Knochenbreccien in mehreren Höhlen auf Sicilien. — Lyell spricht sich dagegen aus, daß die meisten Geologen in ihrer Klassifikation eine Alluvialepoche einführten, da ja die Fortschaffung der losen Materien von einem Theil der Oberfläche des Landes zur andern das Werk keiner besondern Periode gewesen sei. Alluvialformationen hätten zu jeder Periode entstehen können, besonders dann, wenn Land unter sein früheres

Niveau gedrückt, oder über dasselbe emporgehoben worden wäre. — Die Verbreitung der sogenannten Findlinge, isolirten Granitblöcke, blocs erratiques, steht mit den Alluvionen wahrscheinlich im Zusammenhang. Man findet nämlich zerstreute Granitblöcke jeder Größe von 1 bis 40,000 Kubikfuß und mehr, zum Theil noch mit ganz scharfen Kanten an weit von ihrem Ursprung entfernten Stellen, wohin sie nur durch gewaltige Katastrophen gelangen konnten. So liegen tausende dieser Granitblöcke der Alpen auf dem den Alpen zugekehrten, von ihnen durch eine weite Hochebene getrennten Südabhang des Jurakalkgebirges, bis in bedeutende Höhen des letztern; tausende um die großen Seen Nordamerika's; Millionen von Granitblöcken der skandinavischen Gebirge finden sich um den Südrand des baltischen Meeres, auf den Anhöhen und großen Sandebenen zerstreut, von den Küsten der Nordsee bis zu den Vorbergen des Ural. Es mußten gewaltige Kräfte sein, welche diese Blöcke aus ihren unverkennbaren, ursprünglichen Lagerstätten losrißen, und sie an so weit entfernte Orte führten. Fluthen allein sind es schwerlich gewesen, da die Blöcke ohnstreitig sich sonst abgerundet und ohne scharfe Kanten zeigen würden. Wahrscheinlich wurden sie bei der Erhebung der Gebirgsketten losgerissen und dann durch Gletscher, oder schwimmende Eisberge (welche letztern noch immer Felsblöcke, zum Theil von ungeheurer Größe aus dem höchsten Norden den südl. Meeren zuführen) an ihre jetzigen Fundörter gebracht. (Vergl. hiefür Cuvier-Nöggerath Bd. 1., S. 22, 2., S. 15—47. Anzeige eines der wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen des Herrn Venetz über die Wallisergletscher v. Charpentier in Fröbel's und Heer's Mitth. a. d. Gebiet d. theor. Erdk. Bd. 1, S. 482.) Ritter (Erdkunde ꝛc. Th. 5, Buch 2., 2te Aufl., S. 401) erzählt, daß unweit des Garo-Bergdorfes Robagiri, östlich von Butan, 6—7 geogr. M. landeinwärts, alle Sandsteinhöhen mit großen Granitblöcken bestreut seien. Nach Gruithuisen stammen dieselben aus den Gebirgshöhen der östl. Fortsetzung des Himalaya. G. versichert, es sei ihm bekannt, daß auch in den Ebenen Turkestans und Dekans eine Menge Findlinge beobachtet worden sind. In Nordamerika finden sie sich am Eriesee, am Ohio, selbst in Virginien, in Afrika in den Ebenen Marokko's, östlich von Saffi. Nur in der Nähe des Aequators scheinen sie zu fehlen, weil es dort keine Gletscher giebt. G. stellte schon 1809 die Ansicht auf, daß die auf die Gletscher herabgestürzten Felsblöcke bei großen Fluthen nach andern Gegenden fortgeführt wurden, und durch Schmelzen oder Umwälzen der schwimmenden Gletscher im Wasser zu Boden sanken. Später zeigte er die Möglichkeit, daß diese Felsblöcke in großen Wassertiefen ebenfalls frei schweben

können, und auch auf solche Weise transportabel waren, denn der Granit gehe im Mittelmeere in 4,000′ Par. Tiefe nicht mehr unter. Die Fluth, welche die Findlinge transportirt habe, sei eine allgemeine gewesen, und habe erst nach geendeter Alluvialzeit stattgefunden. (Neue Anal. 2r Bd., 26 Hft., S. 72.)

2) Aeltere pliocenische Schichten, Lyell.

Hieher gehören einmal die subapenninischen Schichten. Sie begleiten östlich und westlich die sekundäre Hauptkette der Apenninen, und bestehen aus lichtem, braunem oder blauem Mergel, von gelbem, kalkigem Sand und Grus bedeckt. Der Mergel enthält zahlreiche Muscheln, von denen viele das tiefe Meer bewohnen, dann auch Braunkohlen- und Gypslager. Auch bei Genua, Savona, Albenga und Nizza, am Ostende der Pyrenäen, bei Malaga und Granada, und auf Morea finden sich ältere pliocenische F. Auch der sogenannte Crag in Norfolk, Suffolk und Essex gehört zu ihnen. An einigen Punkten sind ihre Konchylien in Feuersteine, an andern in Kalkspath verwandelt. Man findet in ihnen Meer- und Süßwasserkonchylien, Blöcke von Apenninenkalksteinen, von Lithodomen angebohrt, Reste von Korallen, Fischen, Krebsen, Cetaceen, Landsäugethieren. Charakteristisch für die jüngern und ältern pliocenischen F. sind Turbo rugosus Linn., Trochus magus Linn., Solarium variegatum Linn., Tornatella fasciata Lam., Pleurotoma vulpecula Broc., Fusus crispus Br., Buccinum prismaticum Br., Pleurot. rotata Broc., Buccin. semistriatum Broc., Mitra plicatula Broc., Cassidaria echinophora Lam., Cytherea exoleta Lam. var. Mehrere von ihnen leben noch jetzt. — Von vulkanischen Gesteinen gehören den ältern pliocenischen F. an: die in Florenz, in der Campagna di Roma und wahrscheinlich auch die erloschenen Vulkane am Niederrhein und in Catalonien. Letztere sind aus sekundären Felsarten hervorgebrochen, die wahrscheinlich der Kreideformation angehören; das Grundgebirge der Eifel ist Grauwackenschiefer.

3) Miocenische Schichten, Lyell.

Sie kommen vor in der Touraine, im Loirebecken zwischen den Pyrenäen und der Gironde, bei Turin und im Bormidathal in Piemont, bei Wien und in Steyermark, bei Mainz, in Westphalen, in einigen Theilen Ungarns, in Volhynien und Podolien. Vorzüglich charakteristisch sind für die an Konchylien sehr reichen miocenischen Sch. Voluta rarispina Lam., Mitra Dufrenei Bast., Pleurotoma denticula Bast., Nerita Plutonis Brongn., Turritella Proto Bast., Fasciolaria turbinelloides Desh., Pleurotoma tuberculosa Bast., Cardita Ajar Brongn. Letztere kommt noch lebend am Senegal vor. Die miocenischen Sch. des Loirebeckens liegen auf vielen ältern

Gebilden von der Kreide bis zum Gneis, bestehen besonders aus quarzigem Grus, Sand und zerbrochenen Muscheln. Meistens sind diese Materialien lose, zuweilen durch einen Kitt verbunden, dann zu Bausteinen dienend, und unter dem Namen Faluns bekannt, in welchen Reste von Mastodon, Rhinoceros, Hippopotamus mit Meerkonchylien, Serpulis, Flustris, Balanis vorkommen. Sehr ausgedehnt sind die miocenischen Sch. zwischen der Gironde und den Pyrenäen. Wahrscheinlich gehört auch die Schweizer Molasse hieher, ein weicher grauer, blaulicher oder grünlicher Sandstein, der in der nördlichen Schweiz in den mächtigsten Lagen vorkommt. (Bern ist z. B. aus ihm gebaut.) In den sehr ausgedehnten und mächtigen miocenischen Sch. von Wien und Steyermark kommen noch die charakteristischen Mytilus Brardii, Cerithium pictum, pupaeforme, plicatum und Braunkohlenlager vor. In den miocenischen Alluvionen, wie sie sich z. B. am Mont Perrier in der Auvergne finden, kommen in Süßwasserablagerungen zwischen trachytischen Breccien und Basalt Knochen von Mastodon, Mammuth, Nilpferd, Nashorn, Tapir, Schwein, Pferd, Ochs, Hyäne, mehrern Hirschen und Rehen, Hund, Otter, Biber, Hase, Wasserratte vor, welche einst diese Gegend bewohnten. — Zu den vulkanischen Gesteinen der miocenischen Periode gehören die erloschenen V. in Ungarn (reich an Opal, Hornstein, Chalzedon, Obsidian, Perlstein) Siebenbürgen, Steyermark und im Velay.

4) Eocenische Schichten.

Bei ihrer Bildung waren die Meere nur von wenigen der jetzt noch lebenden Konchylienspezies bewohnt, aber die Klassen, Ordnungen, Familien des jetzigen Thierreichs waren schon alle vorhanden. Zu ihnen gehören die Süßwasserformationen bei Aurillac am Cantal, bei Puy im Velay, und in den Becken des Allier und der Loire. Sie bestehen aus Sandstein und Konglomeraten rothem Mergel und Sandstein, grünem und weißem blättrigem Mergel, (mit unzählbaren Schälchen von submikroskopischen Süßwasserkrebsen der Sippe Cypris) Kalkstein, Travertin rc. Letztere wurden in der Auvergne wahrscheinlich aus den, zuweilen warmen Mineralquellen abgesetzt, die aus dem Granit emporstiegen. Nachdem sich im alten See der Limagne mächtige Sandstein- und Mergelschichten abgelagert hatten, erfolgten vulkanische Ausbrüche. — Die Bildungen des Pariserbeckens (einer alten Meeresbucht, in welche Flüsse mündeten) haben mit mehrern der oben genannten Lokalitäten große Aehnlichkeit. Dasselbe bildet eine Vertiefung in der Kreide, von NO. nach SW. 40 geogr. M. lang, von O. nach W. etwa 20 M. breit, von eocenischen F. ausgefüllt. Unmittelbar auf der Kreide liegt sehr häufig ein Lager von Feuersteinbruchstücken, auf diesem plastischer Thon und

Sand (mit Süßwassermuscheln und Treibholz), auf diesem Kieselkalkstein (mit nur wenigen Land- und Süßwasserkonchylien), Gyps (mit Land- und Flußkonchylien, Stücken Palmenholz, zahlreichen Skeleten von Säugthieren, Vögeln, Flußfischen, Land- und Süßwasserreptilien, die ohne Zweifel durch das schwefelsaure Wasser eines Flusses in den alten Golf geführt, und dort mit dem Gypse niedergeschlagen wurden), Grobkalk (äusserst reich an foßilen Konchylien des Landes, Süß- und Meerwasser, so daß man zu Grignon allein 400 Spezies fand; darunter auch submikroskopische Cephalopoden); hierauf folgt eine obere Meeresablagerung (mächtige Schichten glimmerigen Sandes und Sandsteins) und zu höchst liegt eine obere Süßwasserformation (mit Süßwasserorganismen, vorzüglich häufigen Gyrogoniten oder Samenkapseln der Chara). — Charakteristisch für die eocenische Periode sind Voluta costaria Lam., Pleurotoma clavicularis Lam., Cassidaria carinata Lam., Nerita tricarinata Lam., Calyptraea trochiformis Lam., Turritella imbricataria Lam., Voluta digitalina Lam., Natica epiglottina Lam., Solarium canaliculatum Lam., Cardita planicosta Desh. Das Pariserbecken ist bekanntlich durch Brongniarts und Cuviers Forschungen äusserst lehrreich und wichtig geworden, und giebt ein schönes Beispiel einer Gegend, die abwechselnd von Meer- und Süßwasser bedeckt wurde. Die Zahl der foßilen Säugethiere in ihm beträgt 50 (sämmtlich ausgestorben, meistens Pachydermen, dann ein Fuchs und eine Genettkatze, eine Haselmaus, ein Eichhorn, eine Fledermaus, ein Opossum), der Vögel 10, gleich den Reptilien und Fischen sämmtlich ausgestorben. Von 1122 Spezies foßiler Mollusken des Pariserbeckens existiren nur noch 38. — Von vulkanischen Felsarten gehören dieser Periode mehrere Ausbrüche der Auvergne an, während andere, wie oben bemerkt, erst in der miocenischen Periode statt fanden. Mehrere 100 vulkanische Kegel in der Auvergne, im Velay und im Vivarais waren offenbar nie der Einwirkung heftiger Wasserfluthen ausgesetzt, und mußten daher, wenn man die mosaische Fluth als allgemein annimmt (was Lyell nicht thut), postdiluvianisch sein. — Zu den eocenischen Schichten gehören auch noch die grobkörnigen Kalksteine im Becken des Cotentin, die Meeresschichten bei Nonnes, der größte Theil von den tertiären Formationen Belgiens und der Niederlande, die tertiären Schichten von Aix in der Provence, der Kalkstein und Basalttuff mit eocenischen Petrefakten nördlich von Vizenza, bei Ronca rc. und die Becken von London und Hampshire. Letztere bestehen hauptsächlich aus Meeresbildungen; zu unterst liegt plastischer Thon und Sand (zuweilen 4 — 500′ mächtig, mit wenigen Konchylien, Pflanzenabdrücken, foßilem Holz und Braunkohlen), auf diesem sogen. Londonthon (manchmal

bis 500′ mächtig, mit nierenförmigen, Septarien genannten Massen von thonigem Kalkstein, welchen Kalkspathschnüre durchsetzen; mit vielen Konchylien, Schildkröten, und holzartigen Samenkapseln tropischer Pflanzen), zu oberst Bagschotsand (kieseligem Sand und Sandstein und einigen Mergellagern mit wenigen Muscheln). Im Norden der Insel Wight und in Hampshire liegen auf dem Londonthon Süßwasserschichten, mit Schildkröten, Krokodilzähnen, Resten von Anoplotherium, Palaeotherium, Moschus. Mineral- und warme Quellen fehlen in den tertiären Formationen Englands, welche fast ausschließlich mechanischen Ursprungs sind.

III. Periode. Sekundäre Formationen. (Flötz- und Uebergangsgebirge Werner's; Roches izémiens et hemylisiens Brong.; Terrains ammonéens et hemilysiens Omalius d'Halloy.)

Sie liegen unter den tertiären Schichten (wo diese vorhanden sind), enthalten bestimmte organische Reste, und gehen zuweilen in die primären Schichten über.

1. Kreidegruppe. Sie hat ihren Namen von dem weichen, erdigen, weißen, reine Kreide genannten Kalk. In der engl. Kreide, auch auf Rügen, in Volhynien ꝛc. finden sich, durch Erdpech meist schwarze Feuersteinknollen, in parallelen Linien vorkommend, und mehrentheils um organische Reste (Alcyonien?) gebildet. Die Kreidegruppe ist in England, Norddeutschland, Frankreich, bis nach Volhynien hinein, sehr verbreitet; doch herrscht nur selten die weiße, schreibende Kreide vor, sondern festere Kalksteine, die nach unten in Grünsand (von sehr viel grünen, aus Eisensilicat bestehenden Körnern so benannt) übergehen. Im Allgemeinen ist die Kreidegruppe oben und in der Mitte eine kalkige, unten eine sandige, mergelige, thonige Bildung. Bei Valenciennes liegt sie 150 — 500′ auf dem Steinkohlengebirge. An der Nidda, im Krakau'schen, im Becken von Galizien und Podolien ist in der obern Abtheilung eine Gypsbilbildung von 100′ Mächtigkeit eingelagert, und bei Czarkow liegt zwischen diesem Gyps und dem Kreidemergel ein Schwefellager. Auch auf Morea ist die Kreidegruppe sehr entwickelt, ferner in der pyrenäischen und apenninischen Halbinsel; in Dalmatien und Croatien bildet sie hohe, an Nummuliten reiche Berge. Bei Antrim in Nordirland liegt sie unter einem großen Basaltplateau. In den vereinigten Staaten sind die Schichten dieser Gruppe fein und zerreiblich, bläulich und grünlich, grau, sandig und eisenschüssig, mit Thonlagern, Gerölleschichten und Mergeln, denselben Sippen von versteinerten Konchylien, aber keiner eigentlichen weißen Kreide. — In Entstehung und Verbreitung der Kreide-

gruppe ist viel Räthselhaftes. Die sandigen und thonigen untern Schichten dieser Gruppe sind wohl durch Zerstörung vorher existirenden Landes entstanden, und aus Gewässern mechanisch niedergeschlagen worden. Die oberen Theile der Gruppe, darunter die eigentliche Kreide, scheinen hingegen aus chemisch aufgelöstem kohlensaurem Kalk und Kiesel gebildet zu sein. Kreide von gleichem mineralogischem Charakter bedeckt in Schweden den Gneis, in Südengland die Wealdgruppe. In den Alpen trifft man sehr feste Kalk- und Sandsteine, die man wegen ihrer Versteinerungen zur Kreidegruppe rechnet, obwohl sie mineralogisch sehr davon abweichen. Die Kreide des Centralplateau's von Frankreich enthält hie und da Steinkohlen, und zeigt, wie in den Pyrenäen, krystallinische Beschaffenheit. In Spanien kommt bei Cordova und Monreal im obern Theil der Gruppe Steinsalz vor; an andern Punkten Steinkohlen, und an Orten, wo die Schichten Störungen erlitten haben, Salzquellen von Gyps, Trappgesteinen und Dolomit begleitet. Am rechten Elbeufer, nahe bei Meißen tritt (höchst merkwürdig) aus der Quadersandstein- und Plänerkalkebene fast plötzlich ein zusammenhängendes Granit- und Syenitgebirge auf.[1] In dem Steinbruch von Weinböhle daselbst fallen die sonst horizontalen Kreideschichten in der Nähe des Syenits allmälig ab, und unterteufen ihn, so daß sie von ihm gleichförmig bedeckt werden. Bei Niederwarta, am linken Elbeufer, steigen die durch den Granit emporgehobenen und zerrissenen Schichten in steilen Bergen über die Kreideformation empor. — In Rücksicht der organischen Reste ist die Kreide scharf von den tertiären Formationen getrennt. Im Ganzen kommen in der Kreidegruppe von thierischen Ueberresten vor 155 Genera, 751 Spezies; von Pflanzen 5 G., 17 Sp. Säugethiere und Vögel fehlen in ihr; dagegen kommen Reptilien von bedeutender Größe vor; so große Schildkröten, dann Mosasaurus, Crocodilus. Die Zähne von Squalus und Gaumenstücke von Muraena, Zeus, Salmo? Amia? Esox sind sehr häufig; von Crustazeen kommen vor Spezies von Astacus, Pagurus, Scyllarus, Eryon, Arcania, Elyaca, Corystes, Orythia; von Cirrhipeden Pollicipes; von Ringelwürmern Serpula 30 spec.; von kopftragenden Mollusken Dentalium, Patella, Emarginula, Pileopsis, Helix, Auricula, Paludina, Ampullaria, Nerita, Natica, Vermetus, Delphinula, Solarium, Cirrus, Pleurotomaria, Trochus, Turbo, Turritella, Cerithium, Pyrula, Fusus, Murex, Pterocera, Rostellaria, Strombus, Cassis, Dolium, Eburna, Nummulites, Lenticulites, Lituolites, Planularia, Nodosaria, Nautilus 7, Belemnites 7, Scaphites, Ammonites 50, Turrilites, Baculites, Hamites 21 (die 6 letzten Sippen sind in den tertiären Schichten nicht beobachtet und kommen hier zuerst vor,); von kopflosen Mollusken: Najas, Thecidea, Terebratula

54, Crania 8, Orbicula, Hippurites 8, Sphaerulites 15, Ostrea 22, Exogyra, Gryphaea 8, Sphaera, Podopsis, Spondylus?, Plicatula, Pecten 28, Lima, Plagiostoma 15, Avicula, Inoceramus 19, Pachymya, Meleagrina, Gervillia, Pinna, Mytilus, Modiola, Chama, Trigonia 11, Nucula 12, Pectunculus, Arca, Cucullaea, Cardita, Cardium, Venericardia, Astarte, Thetis, Venus 9, Lucina, Tellina, Corbula, Crassatella, Cytherea, Lutraria, Panopaea, Mya, Pholas?, Teredo, Fistulana. **Von Radiarien:** Apiocrinites, Pentacrinites, Marsupites, Glenotremites, Asterias, Cidaris 9, Echinus, Galerites 9, Clypeus, Clypeaster, Echinoneus, Nucleolites 12, Ananchytes 8, Spatangus 29. **Von Zoophyten:** Achilleum, Manon 7, Scyphia 12, Spongia 12, Spongus, Tragos, Alcyonium, Choanites, Ventriculites, Siphonia, Halirrhoa, Serea, Gorgonia, Nullipora, Millepora, Eschara 10, Cellepora 7, Coscinopora, Retepora, Flustra, Coeloptychium, Ceriopora 21, Lunulites, Orbitulites, Lithodendron, Caryophyllia, Anthophyllum, Turbinolia, Fungia, Chenendopora, Hippalimus, Diploctenium, Maeandrina, Astraea 15, Pagrus. **Von Pflanzen:** Confervites. Fucoides 9, Zosterites, Cycadites, Thuites.

2. **Die Wealdgruppe.** (Wälderthon, Wealdclay, Hastingssand, Ironsand, Purbekkalk &c.) Sie tritt im SO. Englands unter dem untern Grünsande auf, und ist reich an Resten von Land- und Süßwassergeschöpfen. Der **Wälderthon**, Wealdclay hat seinen Namen vom Walde von Sussex, ist an der Oberfläche braun und zäh, darunter blau, schiefrig, Eisensteinnieren enthaltend, 150—200′ mächtig, im untern Theile mit Kalksteinschichten voll von Paludina vivipara; auf der Insel Wight enthält dieser Thon unzählige Schalen von Cypris faba Desm. Im eisenhaltigen **Hastingssande** von Sussex finden sich dünne Lagen von Braunkohle, und unzählige Bruchstücke verkohlter Vegetabilien. Die **Purbekschichten** bestehen aus verschiedenen mit Mergel abwechselnden Kalksteinen mit Süßwasser- oder Küstenkonchylien, wie Ostrea, Cardium. Auf der Insel Portland findet sich unmittelbar auf den Oolithgruppen eine braune, erdige Schicht mit vielem versteinertem Holze, auf ihr schiefriger Kalkstein mit verkieselten Baumstämmen und Cycadeen, ein sprechender Beweis, daß hier ehemals trockenes Land mit tropischen Pflanzen vorhanden war, welches später sank, und von neuen neptunischen Niederschlägen bedeckt wurde. — In den großen Sandmassen der mittlern und obern Theile der Formation finden sich viel Land- und Süßwasserschildkröten, Krokodile, Plesiosaurus, Megalosaurus, der große Iguanodon, gigantische Reptilien; in den obern Thonlagern nur Süßwasserversteinerungen. — Gleich der Wealdformation ruhen ebenfalls auf der obersten Oolithgruppe mehrere, jedoch im Meere, gebildete Schichten; so die ausgedehnte

Eisensteinbildung (Bohnerz) im Dep. d. obern Saone, Kanton Basel, Jura, an den westlichen Vorbergen des Schwarzwaldes; ferner Mergellager auf der Insel Aix und an der Mündung der Charente, mit Bernstein und foßilem Holz; endlich das polnische Thoneisensteingebirge, mit vielen jenen des Jurakalksteins entsprechenden Versteinerungen.

3. Die Oolithen- und Liasgruppe. (Jurakalk, Oolithformation.) Sie hat ihren Namen von der vorherrschenden oolithischen Struktur (wie Fischrogen, daher Rogenstein), besteht aus Kalkstein, Thon, Mergel und Sandstein, und kommt in einem bedeutenden Theil von England, wo sie sehr ausgebildet ist, Frankreich und Deutschland vor. Die Zahl und Art der einzelnen Schichten, aus welchen die Formation besteht, weicht in den verschiedenen Gegenden sehr ab, worüber man die Monographieen nachsehen kann. In der für die Oolithformation typischen Gegend von Bath zerfällt sie 1) in Kimmeridgethon, 2) Coralrag, 190—230′ mächtig, 3) Oxfordthon, 4) Cornbrash, 5) Forestmarble, 100′ mächtig, 6) Bradfordthon, 40 — 60′ mächtig, 7) großen Oolith, 40 — 125′, 8) Walkererde, 140′, 9) untern Oolith, 130′, 10) Mergelstein, 11) Lias, 280 — 290′. Aehnliche Verhältnisse finden sich in der Normandie und am Südrande der Ardennen, so wie im Dep. der obern Saone, und im Jura. Im Südwesten Frankreichs sind die Unterabtheilungen weniger zahlreich, als in England; die Kohlenflötze im Lozèredep. vergleicht man mit denen in Yorkshire. Die Oolithengruppe Norddeutschlands nähert sich in ihrer Zusammensetzung jener in Yorkshire und einigen Theilen Schottlands; in ihr herrschen Thone, Mergelschiefer und Sandsteine (mit mächtigen Steinkohlenflötzen) vor, und die oolithischen Kalksteine sind auf untergeordnete Lager beschränkt. Die Oolithengruppe Süddeutschlands bildet die nordöstl. Fortsetzung des schweizerischen Jura, welchen bei Schaffhausen der Rhein durchbricht. Jenseits desselben bilden die Oolithschichten das große Plateau, schwäbische Alp genannt. Ueber der Donau ist der Lias vollständig entwickelt, und dem englischen ganz ähnlich. An der Stelle des Kimmeridgethones finden sich in Bayern die lithographischen Schiefer, eine nicht weit verbreitete Bildung mit vielen und höchst verschiedenen Petrefakten. Unter ihnen liegen von der Donau bis Koburg, mächtige, meist versteinerungslose Dolomitmassen. — Während die Verhältnisse der Oolithgruppe in allen genannten Ländern sich ähneln, weicht sie in Polen durch ganz andere mineralogische Struktur sehr ab, ist jedoch durch ihre Petrefakten mit jenen identisch. Auf den untern weißen und mergeligen Schichten ruht daselbst Dolomit, oben mit Eisenoolith; der obere Theil der Gruppe besteht aus grauem, oolithischem Kalkstein und Kalk-

konglomeraten; die ganze Gruppe ist dem Steinkohlengebirg und Muschelkalk ungleichförmig aufgelagert. In den Alpen, den Karpathen und Italien giebt es sehr ausgedehnte Bildungen von verwickelten Lagerungsverhältnissen, die statt der weichen Mergel-, Thon-, Sand- und hellen Kalksteinschichten der englischen Oolithe dunkle Marmore, Dolomitmassen, Gyps und Schiefer zeigen (welche letztere den Talk- und Glimmerschiefern ähnlich sind), aber durch ihre Versteinerungen zur Oolithgruppe gehören. Auf dem Gipfel des Buet in Savoyen kommt in 9700′ ein grauer, kalkiger Schiefer mit Belemniten vor. Die Kalksteine der Berneralpen zwischen dem Dent de Morcle und der Jungfrau gehören größtentheils der Oolithgruppe an. Weiter nach Osten beginnen die zur Kreide gehörigen Schichten zu überwiegen. In diesen und den vorigen Straten herrscht großer Mangel an Petrefakten, und sie sind daher wahrscheinlich in einem tiefen Meere gebildet worden. — Da die Oberfläche, auf welcher die Oolithgruppe abgesetzt wurde, wahrscheinlich in verschiedenen Tiefen unter dem Meeresspiegel lag, so deuten die organischen Reste bald auf ein tiefes Meer, bald auf die Nähe von Küsten oder Land hin. Wahrscheinlich herrschte — in Bezug auf den großen Oolith — im steinkohlenreichen Nordeuropa trocknes Land, in Südeuropa tiefes Meer vor, zwischen beiden seichtes Gewässer mit einzelnen Inseln. Man hat in der Oolithgruppe bis jetzt 191 Sippen und 1182 Spezies von Thieren, 17 S. und 51 Sp. von Pflanzen gefunden. Von Säugthieren kommen vor: Didelphis, nur zu Stonesfield in England; von Reptilien: Testudo; dann eine ganze Reihe jener wunderbaren Eidechsenformen der Vorwelt, wie Pterodactylus 7 sp., zu Solenhofen, Lyme Regis; Macrospondylus, Crocodilus überall, Teleosaurus, Megalosaurus, Geosaurus, Lacerta, Racheosaurus, Aelodon, Pleurosaurus, Plesiosaurus, Ichthyosaurus, beide letztere sehr weit verbreitet. Die Ichthyosauri mochten im Meer leben, die langhälsigen Plesiosauri in seichten Buchten, die fliegenden Pterodactyli auf Bäumen am Ufer; von Fischen: Dapedium, Clupea, Esox, Uraeus, Sauropsis, Ptycholepis, Semionatus, Lepidotes, Leptolepis, Tetragonolepis; von Crustazeen: Pagurus, Ergon, Scyllarus, Palaemon. Astacus; von Arachniden: Solpuga? Von Insekten: Libellula, Aeshna, Agrion, Myrmeleon? Sirex? Von Ringelwürmern: Lumbricaria, Serpula 53. Von Mollusken: Sepia, Onychotheutis, Aptychus, Ammonites 173, Scaphites, Hamites, Nautilus 10, Orthoceratites, Belemnites 65, Terebra, Buccinum, Actaeon, Pterocera, Rostellaria, Murex, Cerithium, Nerinaea, Turritella, Phasianella, Turbo 8, Rissoa, Trochus 21, Pleurotomaria, Cirrus, Solarium, Delphinula, Vermetus, Natica, Nerita, Ampullaria, Paludina, Melania, Auricula, Helicina, Bulla, Pileolus, Emarginula, Patella 8, Dentalium, Pholas, Panopaea, Pholadomya 20,

Mya 8, Gastrochaena, Lutraria, Amphidesma, Mactra, Corbula, Sanguinolaria, Lucina, Psammobia, Tellina, Corbis, Donax, Bullastra, Cytherea, Venus, Crassina 7, Astarte 9, Myoconcha, Cardium 11, Cardita, Isocardia 11, Hippodium, Cucullaea 14, Arca 7, Pectunculus, Nucula 18, Trigonia 15, Unio, Chama, Lithodomus, Modiola 22, Mytilus, Pinna 7, Trigonellites, Crenatula, Perna, Gervillia 7, Inoceramus, Avicula 12, Lima, Posidonia, Plagiostoma 18, Monotis, Pecten 28, Plicatula, Gryphaea 15 (G. virgula charakteristisch in Frankreich, G. dilatata charakteristisch in England und Frankreich, G. incurva charakteristisch für den Lias), Exogyra, Ostrea 28 (darunter O. deltoidea charakteristisch in England), Lingula, Orbicula, Terebratula 59, Spirifer (Sp. Walcotii charakter. für den Lias). Von Radiarien: Asterias 8, Ophiura, Comatula, Rhodocrinites, Solanocrites, Pentacrinites 14 (weit verbreitet im Lias), Apiocrinites 8 (besonders häufig im großen Oolith), Eugeniacrinites, Encrinites, Clypeus, Spatangus, Ananchytes, Nucleolites, Clypeaster, Galerites, Echinus, Cidaris 18. Von Zoophyten, welche hie und da so häufig sind, daß sie ganze Felsmassen zusammensetzen, wie im Coral rag Englands, der ganz den heutigen Korallenriffen analog ist, im Polypenkalkstein der Normandie ꝛc.: Intricaria, Sarcinula, Cellaria, Terebellaria, Berenicea, Alecto, Idmonea, Theonoa, Chrysaora, Eunomia, Spiropora, Favosites, Entalopora, Aulopora, Thamnasteria, Astraea, Maeandrina, Cyathophyllum, Turbinolopsis, Turbinolia, Cyclolites, Fungia, Anthophyllum, Caryophyllia 7, Lithodendron, Agaricia, Ceriopora 9, Flustra, Retepora?, Cellepora, Madrepora, Millepora, Gorgonia, Myrmecium, Siphonia, Limnorea, Cnemidium 9, Alcyonium, Spongia, Tragos 9, Scyphia, Manon, Achilleum. Von Pflanzen: Mammillaria, Bucklandia, Taxites, Thuites, Zamites, Zamia 11, Pterophyllum, Lycopodites, Neuropteris, Glossopteris, Cyclopteris, Taeniopteris, Sphenopteris, Pteropteris, Pachypteris, Equisetum (in Yorkshire senkrecht stehende Stämme von E. columnare), Fucoides. Das damalige Pflanzenreich war ganz ungemein vom gegenwärtigen verschieden.

4. Gruppe des rothen Sandsteins. (Keuper, bunter Mergel, Marnes irisées. — Bunter oder Vogesensandstein, Grès bigarré. — Zechstein, Kupferschiefer, Alpenkalk, Magnesian Limestone. — Rothliegendes, rothes Todtliegendes, New red Conglomerate.) — Das oberste der 5 Glieder dieser aus Konglomeraten, Sandstein, Mergel und Kalksteinen bestehenden Gruppe, der Keuper scheint in das unterste der Oolithengruppe, den Lias über zu gehen. Keuper nennt man gewisse Mergel von grünlicher, röthlicher, bläulich-grauer Farbe, manchmal mit Lagern von schwarzem Schieferthon, Sandstein (in beiden letztern sind Pflanzenabdrücke, Steinkohlen und Anthrazit enthalten), Dolomit, Steinsalz, Gyps und Kalksteinlagern mit Muscheln. Der Keuper kommt

an verschiedenen Punkten Norddeutschlands und Frankreichs vor, und bildet um das Thal von Pyrmont die Gipfel ausgezeichneter Berge. — Muschelkalk ist ein gewöhnlich grauer und dichter, zuweilen dolomitischer, selten oolithischer Kalkstein. Manchmal umschließt er zahlreiche Reste von Encrinites moniliformis Mill. Bisweilen ist er ausserordentlich reich, öfters aber sehr arm an Konchylien. — Der bunte Sandstein ist noch weiter verbreitet als der Keuper und Muschelkalk und kommt vom Norden Schottlands bis in die Mitte Englands, um die Vogesen, in Südfrankreich, im Schwarzwald, in Schlesien, Polen und mittlern Rußland vor. Er besteht oben aus thonigen, rothen und bunten Mergeln mit Dolomit, Gyps, Petrefakten des Muschelkalks und vielen Pflanzenabdrücken, unten aus starken geschichteten Bänken von Quarzkörnern, mit Nieren von Thon, Eisen, kugligen Zusammenziehungen von Kalkspath, mancherlei Metallen, Lagern von Rogenstein, — fast ohne alle Versteinerungen. Die rothe Farbe herrscht vor, wechselt aber in Streifen, Flecken und ganzen Massen mit hellgelblichgrauen und weißen Färbungen und Streifen. — Unter dem bunten Sandstein liegt der Zechstein, eine Kalksteinbildung von sehr mannigfachem Charakter, Eisen- und Kupfererze, Rogenstein einschließend, vorzüglich um den Harz, im Thüringerwald, voigtländischen Schiefergebirg, den Fulda- und Werragegenden, der Ostseite des westphälischen Gebirgs bis nach dem Spessart und der Wetterau verbreitet, aber auch in Frankreich und England vorkommend. Im Mannsfeldischen unterscheidet man bei ihm folgende Lager: Asche (zerreiblicher Mergel), Stückstein, Rauchwacke (Dolomit), Zechstein und Kupferschiefer oder bituminöser Mergelschiefer. Im engl. Zechstein überwiegt der Dolomit so sehr, daß man davon die ganze Bildung Magnesia-Kalkstein genannt hat. — Unter dem Zechstein liegt das Rothliegende, eine Bildung von rothem, aus zerstörten unten liegenden Gebirgsarten entstandenen Konglomerat und Sandstein. Seinen obersten Theil bildet am Harz das Weißliegende; hierunter liegt rother Schieferletten und thoniger, feinkörniger Sandstein, dann ein Porphyrkonglomerat; auf dieses folgen schmale Kalksteinlager, dann ein Konglomerat mit faustgroßen Hornquarzkugeln. Die meisten Schichten sind kirsch- und violettroth gefärbt. Die ganze Bildung ist vorzüglich in Thüringen entwickelt; ein Sandsteingebilde von etwas verschiedenem Charakter tritt in England als Aequivalent auf. — Die unter der Gruppe des rothen Sandsteins ruhenden Schichten sind in Folge heftiger Störungen (vielleicht Hervorbrechens plutonischer Gebirgsmassen), die der Bildung des rothen Sandsteins vorher giengen, meistens stark geneigt, gewunden und zerrißen. Von ihnen wurden die Bruchstücke der

untersten Schichten des Todtliegenden abgerissen, durch Gewässer weiter verbreitet, und später durch einen Kitt von rothem Sandstein, Thon oder Kalk zu Konglomeraten verbunden, wie man namentlich in Devonshire nachweisen kann. An einigen Punkten Europa's gehen die untern Theile der Gruppe des rothen Sandsteins in die obern Theile der nächstfolgenden, des Kohlengebirges über. Man erklärt auch die verschiedenen Bildungen der rothen Sandsteingruppe durch mechanische Niederschläge aus dem Meere von sehr abweichender Beschaffenheit, welche zum Theil sehr schnell erfolgen mußten, wie namentlich die Fische des Kupferschiefers zu beweisen scheinen, deren gekrümmte Lage auf einen gewaltsamen und plötzlichen Tod deutet, nach welchem sie bald in den fein zertheilten Schlamm eingeschlossen wurden. Relative Aenderungen im Niveau des Meeres und Landes würden hinreichen, diese Ueberfluthungen und Niederschläge zu erklären, so wie sie andererseits hinreichten, die Natur der damals lebenden Organismen bedeutend zu verändern, oder sie gänzlich zu zerstören. — Mancherlei Bedingungen mochten das organische Leben jener Zeit bald mehr, bald weniger begünstigen, wie der sehr ungleiche Reichthum von Versteinerungen der verschiedenen Glieder dieser Gruppe beweist. Man hat in ihr bis jetzt von Pflanzen gefunden 23 Sippen, 42 Spezies, von Thieren 93 S., 189 Sp. Im **Keuper** kommen vor von Reptilien: Plesiosaurus, Ichthyosaurus, Mastodonsaurus, Phytosaurus. Fische: zur Zeit noch unbestimmte Reste. Mollusken: Buccinum, Saxicava, Lingula, Venericardia, Modiola, Posidonia, Avicula, Mya, Trigonia, Cardium, Plagiostoma. Radiarien: Ophiura. Pflanzen: Pterophyllum, Marantoidea, Filicites, Taeniopteris, Pecopteris, Equisetum. Im **Muschelkalk**. Reptilien: Chelonia, Crocodilus, Nothosaurus, Ichthyosaurus, Plesiosaurus. Fische: zur Zeit noch unbestimmt. Crustazeen: Palinurus. Ringelwürmer: Serpula. Mollusken: Ammonites (A. nodosus ist eine charakt. Spez.), Nautilus, Turbo, Natica, Strombus, Buccinum, Turritella, Trochus, Calyptraea, Capulus, Dentalium, Cucullaea, Mactra?, Venus, Mya, Cardium, Arca, Trigonia, Mytilus, Avicula, Plagiostoma, Pecten, Gryphaea, Ostrea 9, Lingula, Spirifer, Terebratula. Radiarien: Pentacrinites, Encrinites, Encrinus (charakter. ist E. liliiformis), Asterias, Ophiura, Cidaris. Zoophyten: Astraea. Pflanzen: Mantellia, Neuropteris. Im **bunten Sandstein**; Mollusken: Buccinum, Turritella, Natica, Mya, Trigonia, Mytilus, Avicula, Plagiostoma. Pflanzen: Aethophyllum, Echinostachys, Palaeoxyris, Convallarites, Voltzia, Filicites, Sphenopteris, Neuropteris, Anomopteris, Calamites, Equisetum. Im **Zechstein**; Reptilien: Monitor. Fische: Palaeothrissum 8 (sehr charakteristisch für den Kupfer- oder den ihm äquivalenten Mergelschiefer), Stromateus, Clupea. Mollusken: Ammonites,

Melania? Pleurotomaria? Turbo? Venus? Astarte? Cucullaea, Arca, Modiola, Mytilus, Avicula, Plagiostoma? Pecten, Ostrea, Axinus, Orbicula, Producta 7, Terebratula 9, Spirifer, Radiarien: Cyathocrinites, Encrinus. Zoophyten: Retepora, Calamopora, Gorgonia. Pflanzen: Asterophyllites, Lycopodites, Pecopteris, Fucoides. Im Rothliegenden; Mollusken: Mya? Mytilus? Terebratula. Pflanzen: Lepidodendron, Stigmaria, Endogenites, ausserdem petrifizirte Stücke von Palmen und Farren. — Weite Züge von rothen Sandsteinen und Konglomeraten kommen auch in Mexiko, Südamerika und auf Jamaika vor.

5. Die Kohlengruppe (Steinkohlengebirge, Kohlensandstein, Terrain houiller, Coal measures; Bergkalk, jüngerer Uebergangskalk, Calcaire carbonifère, de transition; Carboniferous, Mountain-Limestone; alter rother Sandstein, jüngeres Grauwackengebirge, Grès rouge intermediaire, old red sandstone).

Diese Gruppe besteht aus verschiedenen ohne bestimmte Ordnung abwechselnden Schichten von Sandstein, Schieferthon und Steinkohle, hin und wieder mit Konglomeratstraten und sehr vielen Pflanzenresten. In ihr finden sich die ungeheuern Flötze von Steinkohlen (oft mit dazwischen gelagerten Schieferthon- und Sandsteinschichten), welche die Meisten — was übrigens noch nicht als ausgemacht gelten kann — nur für gewaltige Anhäufungen verkohlter Pflanzenstoffe halten. Im Steinkohlengebirge von Newcastle sind die Kohlen schlecht, wenn das Hangende (die obere Lage, das Dach) aus Sandstein, gut, wenn sie aus Schieferthon besteht. Chemische und physische Beschaffenheit der Steinkohlen wechseln sehr; doch findet ein allmäliger Uebergang von der Braunkohle bis zur Steinkohle statt. Der Kohlenstoffgehalt wechselt bei den Steinkohlen von 76 bis 97, der Sauerstoffgeh. von 3 bis 21, der Wasserstoffgeh. von ½ bis 5½ Prozent. In den meisten Steinkohlengruben entwickelt sich gekohltes Wasserstoffgas, sogenannte schlagende Wetter. Das Steinkohlengebirge erscheint sehr häufig in steil abfallenden Schichten, gebogen und zerrissen, und umschließt hauptsächlich Landpflanzen, wenige Süßwasser- und gewisse Seekonchylien. Der Kohlenkalkstein kommt sehr gleichartig in Südengland, bei Boulogne, in ganz Belgien, bei Aachen und dem westphälischen Schiefergebirge vor, enthält an einigen Punkten keine organischen Reste, während er an andern fast ganz aus selben zu bestehen scheint (z. B. der sogen. Enkrinitenkalkstein), wechselt vom Dunkelschwarzen bis Hellgrauen, kommt auch roth und bunt vor, enthält oft Bleierze, Kalkspathadern, Lager von Schieferthon, Sandstein. — Der alte rothe Sandstein ist hauptsächlich aus feinkörnigen, thonigen, dunkelrothen Sandsteinen zusammengesetzt, wechselt an Mächtigkeit

von wenigen schwachen Konglomeratschichten bis zu mehreren 1000′, und umschließt wenig organische Reste. Von solchen kommen überhaupt in den Steinkohlen vor: Von **Pflanzen** 53 Sippen, 310 Spez.; von **Thieren** 12 S. 31 Sp.; namentlich Fische: Palaeothrissum, Acanthessus. Die Gaumenstücke der Steinkohlenfische enthalten 24/4 Proz. phosphorsauren Kalk, die der Kreide nur 18/8 Proz. Mollusken: Ammonites, Orthoceratites, Bellerophon, Turritella, Mya, Nucula, Unio, Latricola, Mytilus, Pecten. Von Pflanzen: Polyporites, Cyperites, Volkmannia, Sigillaria 37, Cardiocarpon, Lepidophyllum, Alodendron, Lepidodendron, Selaginites, Lycopodites 8, Caulopteris, Schizopteris, Lonchopteris, Pecopteris 62, Odontopteris, Neuropteris 17, Cyclopteris 9, Sphenopteris 32, Calamites 13, Equisetum, Musocarpum, Trigonocarpum, Poacites, Sternbergia, Cannophyllites, Noeggerathia, Flabellaria, Bechera, Asterophyllites 12, Annularia 7, Sphenophyllum 10, Peuce, Pinites, Stigmaria 9. Die **Pflanzenreste** des **Kohlenkalksteins** stimmen mit den oben angegebenen im Allgemeinen überein; von **Thieren** kommen in ihm vor: Fische: Ichthyodorulites und Kiemen. Crustaceen; Asaphus und andere Trilobiten. Ringelwürmer: Serpula. Mollusken: Ammonites, Nautilus 9, Orthoceratites 13, Conularia, Bellerophon 12, Phasianella, Buccinum, Turritella 10, Helix? Rotella, Turbo, Trochus 7, Euomphalus 12, Delphinula, Nerita, Ampullaria, Melania, Pileopsis, Solen, Sanguinolaria, Lucina, Cardium, Isocardia, Arca, Nucula, Megalodon, Pecten, Inoceramus, Crania, Producta 29, Atripa, Terebratula 21, Spirifer 29. Radiarien: Cyathocrinites, Rhodocrinites, Melocrinites, Actinocrinites, Platycrinites 7, Poteriocrinites, Pentremites. Zoophyten: Lithostrotion, Favosites, Aulopora, Calamopora, Syringopora, Tubipora, Astraea, Cyathophyllum, Caryophyllia, Retepora, Cellepora, Gorgonia. Im **alten, rothen Sandstein**: Orthoceratites, Nautilus, Producta. (Nach Jameson sind gewisse Schichten der Steinkohlenformation Schottlands so reich an **Koprolithen** (petrifiz. Thierexkrementen), daß man sie Koprolithenschichten, andere an Schuppen, daß man sie Fischschuppenschichten nennen könnte. Die Koprolithenschichten sind nicht auf den Farrnkrautkalkstein [Fern-Limestone] beschränkt, sondern man findet sie noch, obwohl minder häufig im Korallen- und Muschelkalkstein der Kohlenformation. Die ungeheuern, jenen der Krokodile ähnlichen Zähne dieser Formation gehören wahrscheinlich einer ausgestorbenen Fischsippe an. l'Instit. 1835, p. 253.) In einigen Gegenden Europa's geht das Rothliegende in das Steinkohlengebirge über, an andern, z. B. unweit Halle an der Saale, ist das Steinkohlengebirge dem Rothliegenden untergeordnet, bei Waldenburg und Neurode in Niederschlesien in den rothen Sandstein eingelagert. Nach Einigen entspricht der Old red der Engländer dem untern Theil des Roth-

liegenden der Deutschen, und die Kohle wäre kein nothwendig konstantes Glied in irgend einem Theile der Formation. Gegen den Norden Englands hört die Trennung zwischen dem Kohlenkalkstein und Kohlengebirge ganz auf, und beide Felsarten gehen in einander über. In Nordengland ist das Rothliegende offenbar auf den Kohlenkalkstein und das Kohlengebirge abgesetzt; in einem Theile Schottland's scheinen aber feine Grenzlinien zwischen dem obern Theil des Kohlengebirges und dem untern Theil der rothen Sandsteingruppen vorhanden. Im südwestl. England geht der alte rothe Sandstein unmerklich in die unter ihm liegende Grauwacke, und mittelst wechsellagernder Sandsteinschichten nach und nach auch in den Kohlenkalkstein über. In gewissen Zügen daselbst liegt die Kohlengruppe unmittelbar und ungleichförmig auf der Grauwacke; vermuthlich indem vor der Periode des Old red die ältern Gebirgsarten in Nordwales stark bewegt wurden, wodurch der Boden des benachbarten Meeres den Ursachen entzogen wurde, wodurch der Old red entstand, der daher als Liegendes des Kohlenkalksteins in jenen Zügen fehlt. — Ein großer Theil Irland's wird von der Kohlengruppe, besonders dem Kohlenkalkstein bedeckt. Die Kohlengruppe Nordfrankreichs und Belgiens streicht, von Kreide und neuen Schichten bedeckt, von ONO. nach WSW., von Aachen bis jenseits Valenciennes, und verlängert sich in den Kohlenkalkstein und das Kohlengebirge von Boulogne. Im Allgemeinen sind das eigentliche weiche Kohlengebirge und der Kohlenkalkstein in diesen Gegenden scharf getrennt. In Westphalen wurde bisher noch kein Old red erkannt; der mächtige Kohlenkalkstein Westphalens ruht unmittelbar auf der Grauwacke. Kohlengebirge finden sich auch zu Seefeld in Sachsen; ferner zu Wettin, nördlich von Halle, bei Saarbrücken. Die obern Theile des letztern bilden anscheinend einen Uebergang aus dem Kohlengebirge in das Rothliegende. Im Steinkohlengebirge von Oberschlesien bei Hultschin an der Oder fehlt Kohlenkalkstein und Old red, und es geht in die Grauwacke über, auf welcher es liegt. In Südrußland findet sich eine sehr reiche Kohlenablagerung in den Gebirgen am rechten Ufer des Donetz. Das Kohlengebirge in Mittelfrankreich ruht unmittelbar auf Granit, Gneis, Glimmerschiefer ꝛc. Die Kohlenablagerungen der vereinigten Staaten Nordamerikas gehören theils zum Thonschiefer, theils zum eigentlichen Kohlengebirge; einige auch zu neuern Bildungen. Die Kohlenablagerung Indiens soll auf Gneis und ähnlichen Gesteinen ruhen, und dehnt sich von W. nach N. mehrere 100 Meilen aus. — De la Beche zweifelt nicht daran, daß mit Ausnahme der Kalksteinlager die Kohlengruppe mechanisch entstanden, und von Gewässern abgesetzt sei, welche verschiedene Fortschaffungskraft auf die zerriebenen Theile älterer

zerstörter Gebirgsarten ausübten, und wie die so verschieden mächtigen Zwischenmittel zwischen den Kohlenflötzen zeigen, sehr unregelmäßig wirkten. Je heftiger sie wirkten, desto größer werden die Konglomeratablagerungen sein. Besondere Umstände führten eine Vermengung von Organismen des Landes mit jenen des Meeres herbei. Je länger die Periode währte, inner welcher sich eine Landstrecke mit Vegetation bedecken konnte, desto mächtiger werden die Steinkohlenflötze, wenigstens nach der Meinung Jener sein, welche sie durchaus aus ehemals wirklich lebenden Pflanzen entstanden ansehen. — Während die Kohlengruppe an manchen Punkten nur wenige Lachter mächtig ist, zeigt das eigentl. Kohlengebirge des Forest of Dean an der Severn eine Mächtigkeit von 3,000′, der Kohlenkalkstein von 700′. — Bei Wettin, Löbejün kommen mit den Kohlengebirgen Quarzporphyre, bei Saarbrücken, im Plauenschen Grund, bei Zwickau Melaphyre, bei Waldenburg beide vor, — Mineralien, die nicht als wesentliche Glieder der Kohlengruppe, sondern als später eingedrungene plutonische Massen zu betrachten sind. — Die Pflanzenreste des Steinkohlengebirges, welche zum Theil ausserordentlich gut, bis in die feinsten Theile erhalten sind, deuten auf eine ziemlich gleichförmig tropische oder sogar ultratropische Vegetation fast durch ganz Europa. Die gute Erhaltung, die Richtung der Wurzeln nach unten (so bei den Sigillarienstämmen von Saarbrücken, Eschweiler, in Durham, bei Newcastle, zu Killingworth, St. Etienne) beweisen, daß sie nicht hergeschwemmt, sondern an den Fundstellen gewachsen, überhaupt den unterirdischen Wäldern an Englands, Norddeutschlands ꝛc. Küsten analog sind, wie diese langsam unter Wasser gesetzt, hierauf zum Theil mit über ihnen sich ansiedelnden Korallen und andern Meerthieren bedeckt, und allmälig in Sand, Schieferthon, Kalkmassen begraben wurden. Diese Umstände gelten für die aufrechtstehenden Stämme; gewisse Ablagerungen sind wohl auch durch Zusammenschwemmung vegetabilischer Reste entstanden; ob aber die Steinkohlenmasse im Allgemeinen gleiche Entstehung habe, ist mindestens zweifelhaft. Nach Witham und den beiden Brongniarts verdanken die Kohlenflötze Torfmooren ihren Ursprung. — Die Pflanzenreste des Steinkohlengebirgs sind oft bedeutend groß; viele Sigillarienstämme halten 2 — 3′ im Durchm., Lepidodendra in Nordengland 20—45′ Länge, und bis 4½′ Dicke; Stämme im westphälischen Gebirge sind bis 60′ lang, flach gedrückt, den Schichten parallel; ein Stamm im Craigleith Steinbruche bei Edinburg (im Kohlensandstein daselbst fand man 1826 auch einen Monokotyledonen von 36′ Länge und 3′ Dicke.) ist vom Wipfel bis zur Wurzel 47′ lang und seine Rinde verkohlt. (Philos. Magaz. Jan. 1830 p. 23.) Besonders charakterisirt war die Flora jener Periode

durch das Vorherrschen der Gefäßkryptogamen, welche zugleich an Größe bei weitem die jetzt lebenden übertreffen, und besonders heiße und feuchte Klimate lieben. Nach Falconer kommen im Burdwan-Kohlenlager in Ostindien viele Pflanzen vor, wovon man in Europa keine, in Neuholland einige findet; mehrere Gesteine schlossen aber auch europäische Produkte ein, z. B. mehrere Monokotyledonenblätter und eine Cyclopteris.

IV. Periode. Uebergangsformationen.

Die Grauwackengruppe (Traumate, Grauwackeschiefer, Grauwacke schistoide, Schiste traumatique, Grauwake slate, Silurian and Cambrian Group Murchisons u. Lyells; Grauwackenkalkstein, Uebergangskalkstein rc.) ist die einzige, welche hieher gehört, obwohl Einige auch schon die Kohlengebirge zu den Uebergangsformationen rechnen. Sie enthält die ersten, also ältesten Petrefakte, geht auf der einen Seite unmerklich in den Old red über, und zeigt auf der andern auch schon krystallinisch-primitive Schichten. Im Allgemeinen besteht diese Gruppe aus weitverbreiteten, geschichteten, mechanisch gebildeten Massen von Sandsteinen und Schiefern mit Kalkstein, dessen mechanischer Ursprung noch zweifelhaft ist. Die Sandsteine und Schiefer (welche letztern man aus den feinsten schlammigen, nachher erhärtenden Theilchen gebildet glaubt) scheinen meist langsam und ruhig abgesetzt zu sein. Beim Schiefer dieser Gruppe fallen die Schieferungsflächen häufig nicht mit den Schichten zusammen, sondern durchschneiden dieselben rechtwinklig. Der mineralogische Charakter der hieher gehörenden Gesteine wechselt oft sehr auf geringe Strecken. In Devonshire z. B. bestehen die Schichten zuerst aus feinkörnigem Thonschiefer, ½ oder ¾ Stunden weiter werden sie sandsteinartig, es erscheint allmälig ein wirklicher Sandstein, der immer inniger verbunden endlich zu Quarzlagern wird, die kaum mehr mechanischer Entstehung sind. Weiter hin wird das quarzartige Gestein wieder sandsteinartig und dieses zuletzt wieder schiefrig. — Die Kalksteine bilden gewöhnlich im Grauwackengebirge dem Hauptstreichen der Schichten parallele Züge. Wo sie auftreten, werden gewöhnlich organische Reste häufiger. Einige leiten den Kalk der Grauwacke, wie überhaupt allen Kalk, durchaus von organischen Wesen, namentlich von Schalthieren her, welche ihn zur Bildung ihrer Schalen ursprünglich aus dem Meere entnommen hätten; Andere lassen ihn aus dem Innern der Erde hervortreten, durch das Gewässer über eine gewisse Fläche allmälig verbreitet und allmälig abgesetzt werden. Der hie und da in der Grauwacke vorkommende Kieselschiefer wurde vermuthlich aus Wasser niedergeschlagen, in welchem die Kieselsäure aufgelöst war. An einigen Punkten wird

die Grauwacke mitten in den gewöhnlichen grauen und braunen Schichten roth, und gleicht dann ganz dem Old red. Gewissen ältern Theilen der Grauwacke sind öfters Gesteine eingelagert, die den im Feuer gebildeten Grünsteinen, Hornsteinen rc. ganz gleichen, und vermuthlich lavenartig durch Ueberströmung in sie gelangt sind. Andere Grünsteine und Porphyre kommen auf Gängen, in Massen und Tafeln vor. Im untern Theile der Grauwackengruppe werden die krystallinischen Gesteine häufiger, treten gewöhnlich als sehr mächtige Thonschiefer auf, und die Petrefakte verschwinden. Der Thonschiefer wird immer mehr chloritisch und geht endlich in Chloritschiefer über. Talk und andere Schiefer mengen sich ein, granitische Gesteine treten als Gänge in die Grauwacke, oder wechsellagern sogar mit ihr; kurz, Alles deutet auf die Grenze hin, in welcher sich neptunische und plutonische Bildungen berühren. — Organische Reste der Grauwackengr. Man nimmt von Pflanzen 9 Sippen, 12 Spezies, von Thieren 117 S., 535 Sp. an, nämlich: Fische: 2—3 noch unbestimmte Sp. Crustazeen: der größte Theil der merkwürdigen Familie der Trilobiten, die schon zur Zeit des Steinkohlengebirges wieder ausgestorben waren; nämlich Isotelus, Agnostus, Ampyx, Illaenus, Nileus, Paradoxydes 9, Ogygia, Asaphus 21, Calymene 17. Ringelwürmer: Serpula. Mollusken: Aptychus, Ammonites 15, Nautilus 9, Lituites, Spirula 7, Cyrtoceratites, Orthoceratites 30, Conularia, Bellerophon 9, Phasianella, Buccinum, Murex, Pleurotoma, Turritella 7, Turbo, Rotella, Trochus, Euomphalus 16, Pleurotomaria, Cirrus, Delphinula, Nerita, Natica, Melania, Pileopsis, Patella, Pholadomya, Sanguinolaria 8, Cythere 8, Corbula, Cyprina, Lucina, Venericardia, Isocardia, Cardita, Cardium 9, Crassatella, Mytilus, Modiola, Megalodon, Trigonia, Nucula, Arca, Posidonia, Pterinaea 9, Avicula, Inoceramus, Plagiostoma, Pecten, Gryphaea, Crania, Orbicula, Producta 22, Atripa 14, Calceola, Strygocephalus, Terebratula 31, Spirifer 41, Gypidia, Pentamerus, Thecidea. Radiarien: Sphaeronites, Eucalyptocrinites, Eugeniacrinites, Cupressocrinites, Melocrinites, Rhodocrinites, Platycrinites, Cyathocrinites, Actinocrinites 7, Pentacrinites, Pentremites, Apiocrinites? Die Familie der Crinoidea lebt jetzt noch. Zoophyten: Cyclolites, Pleurodyctium, Amplexus, Mastrema, Favosites, Aulopora, Calamopora 9, Syringopora, Catenipora, Coscinopora, Sarcinula, Columnaria, Astraea, Strombodes, Cyathophyllum 20 (C. turbinatum ist charakteristisch für die Grauwacke), Turbinolia, Aethophyllum, Fungites, Caryophyllia, Lithodendron, Agaricia, Glauconome, Ceriopora, Flustra, Retepora, Millepora, Madrepora, Stromatopora, Gorgonia, Tragos, Scyphia, Manon. (Mehrere Sippen leben noch; namentlich die durch alle Perioden hindurch vorkommenden Astraea und Caryophyllia.) Pflanzen; Asterophyllites, Stigmaria, Lepidodendron, Sigillaria, Pecopteris, Cyclo-

teris, Sphenopteris, Calamites, Fucoides. Die meisten Individuen gehören Orthocera, Producta, Terebratula und einigen Trilobiten an. Die Pflanzenreste gleichen sehr denen in der Kohlengruppe; auch sind in der Grauwacke Kohlenflötze und Anthrazitlager vorhanden. Die Grauwackengruppe kommt in Norwegen, Schweden, Rußland, Süddeutschland, Westengland, Wales, Irland, der Normandie und Bretagne, den Ardennen, der Eifel, dem Taunus, Harz, bei Magdeburg, und in Nordamerika vor. Sie bildet das Verbindungsglied der versteinerungführenden und versteinerungslosen Gebirgsarten, zwischen welchen aber keine feste Grenze zu ziehen ist.

Keferstein (Naturgesch. des Erdkörpers 2 Bd.) zählt überhaupt von foßilen Organismen aus den versteinerungführenden Formationen auf: 1075 Sippen mit 9629 Speziebus; nämlich Pflanzen 130 S. 803 Sp.; Thiere 945 S. 8826 Sp.; darunter: Zoophyten 113 S. 907 Sp. Radiarien 38 S. 411 Sp. Mollusken 332 S. 6056 Sp. Anneliden 4 S. 214 Sp. Insekten 152 S. 247 Sp. Crustazeen 57 S. 211 Sp. Fische 104 S. 386 Sp. Amphibien 40 S. 104 Sp. Vögel 20 S. 20 Sp. Säugthiere 85 S. 270 Sp.

II. Klasse. Untere geschichtete oder versteinerungslose Gebirgsarten. (Metamorphische Gebirgsarten Lyell's.)

Zur Zeit ihrer Bildung waren weder Pflanzen, noch Thiere, noch Menschen auf der Erde vorhanden. So schließt man wenigstens aus dem Umstande, daß sich keinerlei Petrefakten in ihnen finden. Sie haben sehr verschiedenartige Gemengtheile, gehen auf das Vielfachste in einander über, und scheinen zwischen mechanischer und chemischer Entstehung zu schwanken, indem sie verworren krystallinisch sind. Zu ihnen gehören: der Thonschiefer, eine schiefrige, thonige Felsart, häufig Schwefelkieskrystalle einschließend, durch stufenweise Aufnahme anderer die Thonschiefersubstanz ersetzender Mineralien in Chloritschiefer, Talkschiefer rc. übergehend. Dann der Chloritschiefer, wesentlich aus Chlorit bestehend, manchmal mit Quarz, Feldspath, Hornblende oder Glimmer; er geht einerseits in den Thon-, andererseits in den Glimmerschiefer über. Der Thonschiefer tritt auch durch allmälige Aufnahme von Talkblättchen in den Talkschiefer über, welcher ganz aus solchen besteht, oder Quarz, Feldspath oder beide in sein Gemenge aufnimmt, und manchmal in den Glimmerschiefer übergeht. Der Quarzfels dieser Periode ist gewöhnlich dem Gneis, Glimmerschiefer rc. eingelagert, entweder körnig oder dem gemeinen Quarz ähnlich, durch Aufnahme von Glimmer oder

Feldspath in jene beiden Felsarten übergehend. Er kommt in Schottland, sehr mächtig in den Kordillern nnd Brasilien vor, wo er goldhaltig ist. Hornblendegestein und Hornblendeschiefer sind alle den Gesteinen, mit welchen sie vorkommen, gleichzeitigen, bald derben bald spaltbaren Gemenge, von denen die Hornblende den herrschenden Bestandtheil bildet. Viele von ihnen bestehen aus Hornblende und Feldspath, und heißen Urgrünstein und Grünsteinschiefer. Manchmal tritt Glimmer theilweise an die Stelle der Hornblende; ein andermal geht das Gestein in Chloritschiefer über, oder es sind in ihm Magnet- und Titaneisensteinkörner eingesprengt. Das Hornblendegestein tritt besonders mächtig auf im indischen Centralgebirge und Himalaya. Der Kalkstein dieser Periode ist oft weiß, krystallinisch, und liefert die Statuenmarmore Italiens und Griechenlands. Manchmal ist er grobkörnig, durch Talk- oder Glimmerblättchen schiefrig, oder er nimmt Hornblende, Augit, Quarz auf, oder wird zu krystall. Dolomit. Weißstein besteht hauptsächlich aus dichtem Feldspath, und ist dem Gneis und Glimmerschiefer untergeordnet. Letzterer wird aus Glimmer und Quarz zusammengesetzt, enthält häufig Granaten, bildet zum Theil mächtige Gebirgsmassen, und geht in mehrere andere Felsarten über. Der Gneis besteht aus Quarz, Feldspath, Glimmer und Hornblende, ist entweder schiefrig oder in Lager getheilt. Bald fehlt dieser oder jener Bestandtheil, bald treten andere Mineralien dazu, oft ist der Gneis, abgesehen von seiner Schichtung, ganz dem Granit gleich. Protogyn, das granitische Gestein des Montblanc, unterscheidet sich vom Gneis darin, daß er statt Glimmer Talk oder Topfstein enthält. Er geht in Gneis, dieser in Granit über. — Die so vielfach in einander übergehenden untern geschichteten Gebirgsarten sind in keiner bestimmten Ordnung abgelagert; man kann in allen Schichten dasselbe Gestein antreffen, doch liegt der Gneis am häufigsten unten. In ihnen bilden Gneis und Glimmerschiefer die Hauptmasse und sie bestehen wesentlich aus denselben Mineralgattungen, wie die massigen Formationen, nämlich aus Quarz, Feldspath, Glimmer und Hornblende, in verschiedenen Proportionen. Von den chemischen Elementen ist Silicium vorwaltend; hierauf folgt Thonerde, dann Kali, Talkerde, Natron, Kalkerde, Flußsäure. Untere geschichtete und massige Formationen scheinen in ihrem Ursprung verbunden zu sein, während sekundäre Ursachen bei den einen Schichten, bei den andern Massenbildung veranlaßten. Die untern geschichteten Gebirgsarten bilden einen bedeutenden Theil der Erdrinde, kommen in Skandinavien, im nördl. Rußland, Irland, nördl. Schottland vor, bilden in den Alpen und anderwärts die Centralketten,

sind häufig in Brasilien und Nordamerika, sehr mächtig in Indien, Ceylon, in Afrika vorhanden, und zeigen in Asien, Europa und Nordamerika so gleichförmigen Charakter, daß man gemeinschaftliche Vorgänge bei ihrer Bildung voraussetzen darf.

III. Klasse. Ungeschichtete oder massige Gebirgsarten. (Hypogene Rocks Lyell.)

Sie sind sehr verbreitet über die Erdoberfläche, kommen fast mit allen geschichteten Bildungen vor, und scheinen von unten nach oben hervorgetrieben, übergreifen die Schichtgebilde, oder füllen Gänge und Spalten aus. Ansehen, Textur, Mengung sind sehr verschieden. Plutonische und vulkan. Gesteine gehen allmählig in einander über.

1. Granitische und mit ihnen vorkommende Gesteine. Hieher gehören: der Granit, ein verworren krystallinisches Gemenge von Quarz, Feldspath, Glimmer und Hornblende, oft auch nur aus 2 oder 3 dieser Substanzen bestehend. Die herrschenden Bestandtheile sind Quarz, Feldspath, Glimmer; ersetzt letztern die Hornblende, so heißt die Felsart auch Syenit. Manchmal wird der Granit durch eingesprengte große Feldspathkrystalle porphyrartig. Gabbro besteht aus Bronzit oder Schillerspath und Feldspath, und geht vollständig in den Serpentin über, der theils ein einfaches Mineral ist, theils Schillerspath aufnimmt, und zum Theil große Massen bildet. Gabbro und Serpentin gehen in die Grünsteine über. Der Grünstein (Diabase) und die andern Trappfelsarten bestehen bald aus verhärtetem Thon oder Wacke, Thonstein oder Klingstein oder dichtem Feldspath, zuweilen noch mit andern Mineralien vermengt, und gehen sehr in einander über. Porphyre entstehen, wenn in die angegebenen Massen Quarz oder Feldspathkrystalle eingemengt sind, und man kennt nach dem Teige Thonstein-, Feldspath-, Hornstein-, Klingstein-Porphyre. Werden diese Gesteine blasig, wobei sie in den Blasenräumen Körner oder Geschiebe von Kieseln, Agaten, Kalken, Zeolithen einschließen, so heißen sie Mandelsteine. Augit und Hypersthen bilden im Gemenge mit dem gemeinen dichten oder glasigen Feldspath den Augit- und Hypersthenfels. Basalt nennt man bald ein sehr feines Gemenge von Augit und dichtem Feldspath oder von Hornblende und dichtem Feldspath, oder einen dunkeln verhärteten Thonstein, am häufigsten ein Gemenge von Feldspath, Augit und Titaneisen. Die Basaltgebilde, welche man ebenfalls aus Erdspalten oder Schichten durchbrechend in feurigem Flusse aus der Erde gekommen glaubt, erheben sich in Kämmen und Mauern, in gerundeten Kuppen oder steilen Kegeln, selten in langgezogenen Rücken oder Plateaus. Basaltberge steigen meist isolirt, inselartig auf. Feste Basalte und feinkörnige

dichte Dolerite sind häufig in Säulen (von wenig Zoll bis mehrere Fuß Dicke, und bis 200' Höhe) zerspalten. Nach G. Watt's Experimenten und Folgerungen entstehen die prismatischen sechsseitigen Säulen des Basalts aus aufeinander liegenden undurchdringlichen Sphäroiden, die auf derselben Ebene in Berührung kommen, und bei der Erhärtung nach einem mechanischen Gesetz Hexagone bilden müssen, welche, da eine widerstrebende Wirkung von oben nicht vorhanden ist, in Säulen oder Prismen in die Höhe steigen werden. (Laurance, Geologie im Jahr 1835. S. 83.) Der Anblick der hohen, oft auf weite Strecken dicht zusammengefügten, wohlgeordneten Reihen der Basalt- und Doleritsäulen ist wunderbar. Wir erinnern nur an die herrlichen Bildungen dieser Art im Norden von Irland, auf einigen Hebriden, (Vorgeb. von Fairhead und Borgue, Giant's Causeway) Staffa (Fingalshöhle) ꝛc. „Im äussersten Theile Irlands, von dessen Küsten kein Land mehr bis Amerika sich findet, und an dessen steilen Felsen sich die Wogen des großen Oceans brechen, erhebt sich in hoher Majestät ein Baseltgebirge, wundervoll, wie vom kühnsten Meisel gehauen. Dieß ist der Giants Causeway (Riesenweg), der sich, ein hundertarmiger Briareus, gleich einem aus Tausenden aneinander gereihter Säulen gebildeten Damme weit in's Meer streckt, und durch welchen, der schönen Sage nach, Riesen Irland und Schottland zu verbinden suchten. Basaltbildungen ähnlicher Art tauchen häufig aus stiller See auf, und alle diese Ramifikationen breiten sich von der Insel Staffa aus. Herrliche Höhlen vom Meere erfüllt, bis 100' lang, liegen in lautloser Oede in diesen hohen Felsen" ꝛc. Allgem. Ztg. 2. Sept. 1836. Ausserord. Beil. — Kieselerde bildet den weit vorwiegenden bis 75 Proz. betragenden Bestandtheil der granit. Gesteine; dann folgen Thonerde, Kali, Natron, Talkerde, Kalkerde, Eisenoxyd, Manganoxyd, Flußsäure, Borsäure, Wasser. — Mit den granitischen Gesteinen kommen auch vor der aus Quarz und Schörl gebildete Schörlfels, Trachyt, vorzüglich aus Kieselerde, dann aus Kali und Natronfeldspath bestehend, Pechstein ausser den gewöhnlichen Bestandtheilen der gran. Gesteine 8/50 Bitumen enthaltend; der Obsidian, wahrscheinlich nur der glasige Zustand verschiedener geschmolzener Gesteine.

Man nimmt, wie gesagt an, daß die massigen Gesteine im flüssigen Zustande unter den geschichteten emporgetrieben worden seien, giebt aber zu, daß einige auch aus geschmolzenen geschichteten entstanden sein können. Die Petrefakten führenden Felsarten seien, mit Ausnahme einer großen Menge von Kohlenstoff und Kalk durch die Zerstörung oder chemische Zersetzung der untern geschichteten und ungeschichteten Massen entstanden. —

Nach der chemischen Beschaffenheit der Gesteine müssen gleiche Hitzegrade verschiedene Wirkungen äussern. So ist der Bimsstein eine so stark erhitzte schieferige Gebirgsart, daß sie blasig wurde, ohne vollständig zu schmelzen. — Der Granit bedeckt öfter geschichtete Bildungen; so in der Tarentaise in den Gebirgen des Montblanc; in den Gebirgen von Oisans bedeckt er Lager der Oolithgruppe, am Bützberg in der Schweiz Kalkstein und Schiefer des Lias, an der Jungfrau Kalkstein und Schiefer der Oolithformation. Ein höchst wichtiger von Hugi zuerst beobachteter Punkt ist der Sattel zwischen dem Urbachthale und dem Rosenlawigletscher. Dort greifen an der senkrechten Wand des Gstellihorns die keilförmigen, mehrfach über einander liegenden Endigungen des Gneises und Kalks völlig deutlich in einander und sind vom Thalgrunde bis zu den höchsten Spitzen blosgelegt. (In manchen Fällen können aber auch scheinbare Bedeckungen durch Ueberstürzung entstanden sein.) Bei Predazzo in Oberitalien, auf Brora, an der Nordküste von Caithneß, unfern Harzburg am Harz, hat der Granit Kalk oder Grauwackengesteine durchbrochen, und erscheint ihnen aufgelagert. — Granitgänge, wo Granit und Gneis mit Thonschiefer, Grauwacke, Glimmerschiefer rc. in Verbindung tritt, kommen sehr häufig vor; so in Schottland, Cornwallis, am Harze; sie streichen theils mit dem Hauptgestein, theils durchschneiden sie dasselbe, und schließen häufig sehr viele fremdartige Mineralien ein. An den Grenzen solcher Granitgänge sind Thonschiefer und Grauwacke oft verändert, werden manchmal zu Grünstein, Hornfels oder selbst granitartig. In der Oolith- und Kreidengruppe hat man noch keine Granitgänge gefunden, obwohl nach ihnen noch Granite an die Oberfläche gekommen sind. Vulkane und verschiedene massige Gebirgsarten, ja Granit selbst durchbrechen den Granit, so daß man in ihm Gänge und Lager von Granit, Syenit, und den verschiedensten Porphyren und Trappgesteinen häufig findet. — Der Feldspathporphyr durchbricht in einzelnen Kuppen auch den Thonschiefer, das Kohlengebirge, und bildet auch selbstständige Berge. Die Trappgesteine durchsetzen vom Gneise und der Grauwacke an, alle Schichtgebilde wenigstens bis zur Gruppe der Oolithe einschlüssig. Die Kohlengruppe wird häufig von den schwarzen Porphyren (Augitp., Melaphyren), durchbrochen; eben so vom Hypersthen, Gabbro und Serpentin. Letztere durchbrechen auch den Oolithenkalkstein und die Kreide, wie z. B. bei Steier am nördl. Abhange der Alpen; Gänge von Serpentin kommen im Lias, der Grauwacke und im ältern Theil des Kohlengebirges vor. Der Pechstein bildet auf der Insel Arran Gänge in Granit und bunten Sandstein. Pechsteinporphyr dringt auf

der Insel Eigg in einem gewaltigen Gange aus Trappgesteinen hervor. — Kalkstein- wie Kieselschichten zeigen an den Berührungsstellen mit Massengesteinen Schmelzung, Krystallisation; Kreide, Kalksteine wurden daselbst in weißen, körnigen Marmor umgewandelt, und auch ganz neue Mineralien gebildet. Die Dolomitmassen Südtyrols und der Alpen Italiens finden sich nahe bei Melaphyren, und sind mit diesen zugleich ans Kalksteinschichten hervorgebrochen. Am Lago di Lugano sieht man höchst deutlich die Kalksteinmassen gegen die Klüfte zu in massigen Dolomit übergehen. An vielen Punkten ist dieser gewaltig zerrissen, und mit primitiven Gesteinen vermengt. — Gyps kommt in den ältern Schichten nur selten und zweifelhaft vor; im rothen Sandstein hingegen ist er sehr mächtig und verbreitet, und findet sich von da in allen Schichten bis zu den tertiären herab. Den sogenannten Schlottengyps (im Zechstein des Harzes) begleitet gewöhnlich Dolomit. Andere Gypsmassen finden sich zwischen dem bunten Sandstein und dem Muschelkalk, noch andere im Keuper. In größern Tiefen wird der Gyps zu Anhydrit, und nach Manchen wäre ein großer Theil des Gypses erst aus jenem durch Einwirkung der Luft entstanden. Oft hat der Gyps die ihn umgebenden Schichten verwirrt. Selten schließt er Petrefakten ein, doch enthält mancher tertiäre Gyps, wie z. B. am Montmartre, Knochen von Landthieren. — Steinsalz kommt gewöhnlich mit Gyps, besonders mit Anhydrit vor. Die Gypslager der rothen Sandsteingruppe sind selten frei von Steinsalz. Bei Gera kommt es auch im Schlottengyps vor; sehr viele unmittelbar unter dem bunten Sandstein hervorbrechende Salzquellen deuten auf Salzlager unter ihm; auch mit dem Gypse zwischen dem bunten Sandstein und Muschelkalk sind Salzlager verbunden. Im Gypse des Muschelkalks finden sich mächtige Salzlager in Schwaben und Thüringen; unter dem Gyps und Anhydrit des Keupers liegt das mächtige Salzlager in Lothringen und zu Long le Saulnier; im Gyps des engl. new red Sandstone liegen ebenfalls gewaltige Salzmassen. Das Steinsalz Bayern's und Oberöstreich's mit großen Thonmassen und Anhydrit liegt wahrscheinlich im Oolith; das am Nordfuße der Karpathen bis Siebenbürgen hinein entweder in den jüngern Kreide- oder vielleicht gar in den tertiären Schichten. Diese Massen und der mächtige Salzgang mit Anhydrit zu Bex im Pays de Vaud sind wahrscheinlich erst später in das Nebengestein eingedrungen. Steinsalz und Gyps kommen mit Schwefel auf Sizilien in der Nähe von Vulkanen vor. Ausserdem findet sich Steinsalz häufig an der Oberfläche der Erde, z. B. in Asien und Afrika. Bei Bochnia und Wieliczka sind durch das seit mehrern Jahrhunderten währende Ausgraben des Steinsalzes sehr

große Höhlen entstanden. (S. Muncke's phys. Geogr. S. 236). Ueber ein ungeheures Steinsalzlager im Flußgebiete des Huallaga in Peru giebt Pöppig Nachricht.

2. Die eigentlichen vulkanischen Gebirgsarten sind theils im erweichten und geschmolzenen, theils im festen Zustande, mehr oder weniger durchglüht, zerstoßen und zerrieben, von innen an die Oberfläche gehoben, darüber ergossen oder ausgeworfen worden. — Die Höhe der Vulkane ändert von niedrigen Hügeln bis 18,000′ Höhe. Auf ihrem Gipfel befindet sich der Krater, eine kessel-trichter- oder becherförmige Vertiefung nach unten in einen Schlot verlaufend, durch welchen der unterirdische Feuerheerd mit dem Luftkreise in Verbindung steht. Das Innere ist mannigfach zerrissen und zerklüftet, die Wände mit Sublimaten (von Salmiak, Kochsalz, wasserfreiem Gyps, einfach Schwefelkupfer, Alaun, Schwefel, Chloreisen, Chlorkupfer, Clormangan, Chlorkalium, Chloreisenammoniak, Borsäure) bekleidet, die Aussenseite mit Schlacken, Auswürflingen, und den verschiedensten geschmolzenen Materien, Laven bedeckt. — Leop. v. Buch unterscheidet zwischen Ausbruchskratern und Erhebungskratern oder Erhebungsinseln. Letztere bestehen aus basaltischen und doleritischen Gesteinen, Konglomeraten und Tuffen; Trachyt, welcher z. B. in Amerika die Vulkane bildet, ist in ihnen selten. Bei den Erhebungsinseln L. v. Buch's findet man keine von einem Mittelpunkt ausgehenden Lavaströme, keine Rapilli, keine Asche, wie bei den Ausbruchskratern, sondern von allen Seiten erheben sich über einander befindliche Lagen gegen die Mitte herauf, steigen vom Umkreise bis zum höchsten Punkte an, und schließen eine kesselförmige Vertiefung ein, an deren steilen und hohen Abstürzen im Innern des Kessels die Köpfe der über einander liegenden, aufsteigenden Schichten hervortreten. Daselbst sind diese von einer hebenden Kraft emporgetrieben, und in der Mitte durchbrochen worden, wobei ihr Inneres aufgeschlossen wurde. Der Kessel erscheint als Krater, und ist durch Erhebung des Bodens um ihn gebildet. Die Schichten, welche gegen die Mitte emporgehoben wurden, mußten am Umfange zerreissen, und Spalten zurücklassen, welche als enge schluchtige Thäler zum Krater führen. (Besonders deutlich auf Palma.) Zu den Erhebungsinseln gehören nach v. Buch unter andern Gran Canaria, Lanzerote, Fortaventura u. Madera, der Cirkus um den Pik von Teneriffa, Barren Island, St. Helena, Insel Amsterdam, Albe Marle in der Gruppe der Gallopagos, Manroo, eine der Sandwichinf., Columbretes, Deception-Island, das 1831 erschienene, 1832 verschwundene Eiland Ferdinandea ꝛc. Nach S. 291 hält Gruithuisen diese Kratere für Rindenringe in die Erde eingestürzter Weltkörper. (Graf Vargas de Bedemar

fand auf der Insel Graciosa und Flores Urthonschiefer in horizontalen Schichten, und folgert daraus, daß nicht alle diese Inseln Erhebungsvulkane, sondern Reste eines großen untergangenen Kontinents seien. Resumo de Observaçoês geologicas feitas n'hua viagim as Ilhas da Madeira, Porto Santo e Açores, nos annos de 1835 e 1836. Lisboa 1836.) Nach v. Buch ordnen sich die Schichten aller erhobenen Inseln so: Unten von der Erhebungsursache durchbrochene Primitivschichten, dann Trachytmassen; darüber und auch darunter eckige Trachytkonglomerate, dann Dolerit mit Feldspath, dann Mandelstein, zu äusserst Basalt. Ausbruchskratere nennt v. Buch die mit beständig offenen Kratern versehenen trachytischen Feuerberge, die mit der Atmosphäre in Verbindung stehen, und aus welchen Lavaströme, Asche, Rapilli rc. hervorkommen. Sie sind (nach S. 390) wieder Central- oder Reihenvulkane. Auch auf den basaltischen Inseln (von welchen viele nie einen offenen Krater hatten) ereignen sich vulkanische Ausbrüche, aber die Ausgangskanäle erhalten sich nicht fortwährend offen. — Constant Prevost spricht sich entschieden gegen die Kratererhebungstheorie v. Buchs aus. Die konische Form der Vulkane aller Epochen ist nach ihm das nothwendige Resultat der Ablagerung der ausgeworfenen Stoffe in Form von Böschung. Nichts in der Anordnung und dem Stand der gegenwärtig die vulkanischen Kegel bedeckenden Terrains, nichts in den vulkanischen Ausbrüchen kann im Heerd der Vulkane eine Kraft vermuthen lassen, welche nur zusammenhängende Schichten von einigen Dezimeter Dicke, geschweige dann die ganze feste Erdepidermis zu erheben vermöchte. (Sitzg. d. franz. Akad. v. 25. Nov. 1833 und 7. Dez. 1835.) Auch Virlet verwirft die Erhebungstheorie. Was die (zur Unterstützung beigezogenen) Ringbildungen des Mondes betreffe, so müßte man zuerst beweisen, daß er Vulkane habe; wären sie Erhebungskratere, so müßten sie in ihrer Integrität ihre Absonderungsthäler zeigen, welche nach Lohrmann's und Cassini's Karten keineswegs vorhanden scheinen. (l'Institut 1833 p. 64.) — Nachträglich führen wir noch an, daß man für den Bau und die Umgebung des Vesuv auch Dufrenoy's in der franz. Akad. 15. Nov. 1835 gelesene Abhandl. vergleichen könne. (l'Inst. 1835. p. 373.) Untersuchungen über den Bau und die Entstehung des Aetna hat Elie de Beaumont den 30. Nov. 1835. vorgetragen. — Unter den Vulkanen Owaihis ist der Kirauea der merkwürdigste. Ehe der engl. Missionär Ellis seinen Krater erreichte, kam er auf ein Glasmeer, wo es aussah, als wären die stürmischen Wogen der glasigen Lava in einem Augenblick erstarret. Vom Kraterrande sah er schaudernd in 800' Tiefe ein strudelndes Feuermeer, über welches 51 kleine Schlünde vorragten, wovon

22 entweder glühende Lava oder Feuer ausspieen. — Der Popocatepetl wurde 1828 durch 3 Engländer von Mexiko aus erstiegen. Wie sie an die Wolken kamen, wurden sie von ihren indianischen Führern aus Furcht verlassen. Doch vollendeten sie auf schauderhaften Wegen ihr Werk. Der Vulkan bellte und krachte fortwährend, wobei etwas Rauch aufstieg, und Laven ausgeworfen wurden, die aber nicht über den ungeheuern Krater hinausgelangten. Grenze der Coniferen 11,766′, des ganzen Pflanzenreiches 11,906′, Höhe des Kraterrandes 16,775′/23 Par. Maß. v. Leonhards Zeitschr. 1828. S. 805.

Wir werfen noch einen Blick auf die **Lokalitäten, in welchen die Metalle und Erze vorkommen.** Die Gänge behaupten hierunter wohl den ersten Rang. Sie sind Klüfte, Spalten oder Risse in verschiedenen Gesteinen, welche sich auf größere oder geringere, meist unbekannte Länge und Tiefe erstrecken, und von Mineralsubstanzen erfüllt werden, die von den einschließenden Gebirgsarten mehr oder weniger verschieden sind. Nach den Neptunisten waren die Gänge offene, leere Spalten, meist von Einsenkungen der Felsmassen herrührend, welche durch wäßrige Auflösungen theils von oben her, theils auch durch innere Kanäle oder Einseihungen quer durch die Masse ausgefüllt wurden. Nach den Vulkanisten wären die Spalten beim gewaltsamen Emporheben der Felslagen entstanden, und das Gangmaterial wurde feurig flüßig oder durch Sublimation von unten her eingetrieben. Nach einer dritten Meinung, welche indeß nichts erklärt, wären die Gangformationen gleichzeitig mit den Gesteinmassen, und spätere Katastrophen, welche Risse und Spalten verursachten, oder Stoffe in selbe führten, hätten nicht statt gefunden. In neuester Zeit haben sich Philipps und Taylor wieder mit der Genesis der G. beschäftigt, und ihre Ansichten in den Versamml. d. britt. Gesellsch. für Beförd. d. Wissensch. 1834 und 35 mitgetheilt. Die G. in England (wie auch in Mexiko) haben die Hauptrichtung von O. n. W. Die Meinung, daß die Elektrizität auf die Anordnung der Metallgänge influenzirt habe, gewinnt mehrere Bestättigung. Ueber die Beziehungen zwischen den G. und den Elevationslinien, dann zwischen den letztern und den isodynamischen Linien des Erdmagnetismus, hat Christie berichtet. — Die Mächtigkeit der G. wechselt oft auf demselben G. von einigen Zollen bis zu mehrern Klaftern; (die Veta madre zu Guanaxuato in Mexiko ist 154 — 168′ mächtig) in weichen Gesteinen werden sie oft „verdrückt“, d. h. zu kaum sichtbaren Klüften, und thun sich (erweitern sich) erst in festen Lagen wieder auf. Man kennt Gänge von 4 — 5 Meilen Länge. Das wahre Untere, das „Tiefste“ ist vielleicht noch bei keinem G. ermittelt, obwohl manche schon

mehrere 100 Lachter tief bearbeitet wurden. Sie „gehen nieder" zu unbekannten Tiefen. „Auskeilen" nennt man, wenn G. immer schmäler werden, „Abwerfen", wenn sich ein Gang plötzlich verliert, „Zertheilen" oder „Zertrümmern", wenn sich ein Gang verzweigt, und die einzelnen Aeste sich nach und nach im Gestein verlieren. Den an der Erdoberfläche sichtbaren Theil eines G. nennt man „Ausgehendes", „Ausbeißendes." Man kann sich die G. als tafelartige Massen von verhältnißmäßig geringer Stärke denken; Streichen eines G. nennt man die Richtung desselben nach irgend einer Himmelsgegend, und bestimmt dasselbe mittelst des Bergkompasses, nach Stunden durch den Winkel, in welchem die Richtung von der Mittagslinie abweicht. Fallen eines G. ist dessen Neigung gegen eine horizontale Ebene. Es wechselt bei demselben Gange häufig. — Die gewöhnlichsten Gangarten, welche die Gänge erfüllen und die Erze begleiten, sind Quarz, Hornstein, Jaspis, Kalkspath, Bitterspath, Braunspath, Flußspath, Schwerspath, Thon, von welchen bald die, bald jene vorherrscht. Die Metalle (im engern Sinn) finden sich auf G. gediegen, legirt, oxydirt, oxydulirt, gesäuert, geschwefelt. Bald überwiegt ein Metall, bald kommen mehrere in etwa gleicher Menge vor. Die Erze sind in der Gangmasse eingesprengt, oder wechseln streifenweise mit derselben ab. Krystallisirte Mineralien finden sich auf Gängen sehr häufig, namentlich in gewissen Höhlungen der Gangmassen, den Drusenräumen. Taube G. sind die ganz erzlosen, faule die von Thon, Letten und dergl. zersetzten und aufgelösten Gesteinmassen erfüllten. Hangendes ist die einen Gang oder überhaupt eine Schicht bedeckende Gebirgsart, Liegendes, jene, auf welcher er ruht. Die Gangmasse ist entweder mit dem Nebengestein unmittelbar verwachsen, oder von ihm durch eine dünne Lage einer besondern Steinart, das sogen. Sahlband getrennt, welche Besteg heißt, wenn sie aus einer dünnen Lage von Thon oder weicher Erde besteht. Spiegel, Harnische, Rutschflächen sind theils glatte, theils parallel gereifte oder gefurchte Flächen, welche mit der Ebene der Gangmassen, seltener mit den Sahlbändern fortlaufen, und besonders an Stellen vorkommen, wo sich das Fallen der Gänge plötzlich ändert. Man glaubt sie durch Reibung gewaltsam aufgetriebebener oder sich senkender Massen entstanden. Das Nebengestein zeigt sich nahe an den G. oft etwas verändert, zerklüftet oder aufgelöst, enthält Theile der Erze des G., welcher seinerseits auch Bruchstücke des Nebengesteins in seiner Masse eingeknetet enthält. Die G. sind Zerreißungen und Zerspaltungen der Erdrinde, in verschiedenen Perioden entstanden; ältere haben Störungen durch jüngere erlitten, werden oft von solchen durchsetzt. Meistens

sind mehrere Gänge in einem Gebirge enthalten, welche einer Hauptrichtung folgen. Solche Züge laufen oft viele Stunden weit, durch ganze Gebirge hin. Berührt ein Gang den andern nur, ohne ihn zu durchsetzen, und verläßt ihn dann wieder, so sagt man, die G. schaaren oder schleppen sich; ein G. setzt in Klüften über, wenn sich die Lagen des durchschneidenden G. am Durchschnittsorte des andern so verlieren, daß sie nur einige zarte, bald ganz verschwindende Klüfte in letzterem zurücklassen; ein G. hat übergesetzt, hat sich gekreuzt, wenn er beim Durchschneiden seine Beschaffenheit durchaus nicht geändert hat; ein G. wird abgeschnitten, wenn er beim Zusammentreffen mit einer andern ganz aufhört. Das Durchsetzen der G. ist meistens mit Verschiebungen und Verwerfungen begleitet. Die basaltischen und doleritischen G. scheinen später entstanden, als die erzführenden. — Lager sind plattenförmige Mineralmassen, welche in den Schichtgebirgen eigene Schichten, in den Massengebirgen besondere Abtheilungen bilden, im Flötzgebirge Flötze genannt werden. Im Streichen und Fallen stimmen die L. mit den einschließenden Schichten überein. Mit der Sohle ruht ein Lager auf dem untern Gebirge, Decke oder Dach ist seine obere Grenze. Neigung, Gestalt, Erstreckung, Mächtigkeit der L. wechseln sehr. Ihre Masse besteht theils aus Erzen, theils aus nicht metallischen Mineralien. Oefters werden sie von Klüften, Adern, oder Gängen durchsetzt. Viele Lager dürften gleichzeitig mit dem umschließenden Gebirge entstanden sein; solche in Massengebirgen sind aber als flach fallende Gänge anzusehen, und haben mit G. gleiche Entstehung. Liegende Stöcke sind Lager von sehr großer Mächtigkeit, stehende Stöcke weichen von den G. nur durch ihre geringere Erstreckung ab, und keilen sich gegen die Tiefe aus; Stockwerke bestehen aus zahllosen, kleinen, zusammengehäuften Gängen, die in Etagen abgebaut werden; Putzenwerke oder Butzen sind regellos verbreitete, jedoch nach allen Richtungen ziemlich gleich ausgedehnte, erzerfüllte Räume; Nester und Nieren nennt man kleine, knollige, sphäroidische oder ellipsoidische, isolirt oder reihenweise im Gebirge vorkommende, aus Erzen und Steinarten gebildete Massen.

V. Hauptstück.

Vom eigenthümlichen Leben der Erde, und dessen verschiedenen Aeusserungen.

Literatur. Die Naturgeschichte des Erdkörpers rc., dargestellt von Ch. Keferstein, 1ster Bd. 1ste Abth. Die Physiologie der Erde, S. 1—122.

Der uralten Ansicht, daß die Erde ein lebendiger Organismus sei, sind wir bereits nach S. 117, 119, 190, 309 beigetreten. Es folgt nun eine nähere Entwicklung der eigenthümlichen Vorgänge im Leben der Erde, die zum Theile denjenigen analog sind, welche bei den sekundären Organismen vorkommen, denen man sonst allein organischen Charakter zuschreiben will. — Was einmal die Verhältnisse der Erde zu andern Weltkörpern betrifft, so tritt dasjenige, in welchem sie zu ihrem Centralkörper, der Sonne steht, ungemein überwiegend hervor. Die Sonne wird hienach zum obersten Regulativ des Lebens der Erde, besonders für die vom Aequator entlegenen Gegenden, in welchen der Wechsel der Jahreszeiten sich schärfer ausspricht. Daß aber der Verkehr zwischen Erde und Luft sich wieder ganz anders gestalten müsse, je nachdem die erstere mit Eis und Schnee, oder üppiger Vegetation bedeckt wird, je nachdem die Atmosphäre heftig erwärmt, ausgedehnt und zu elektrischen Produkten angeregt oder durch Wärmemangel zu krystallinischen Bildungen veranlaßt wird, — leuchtet von selbst ein. Wie durch den Umlauf um die Sonne die Phasen des Jahres gegeben werden, so erzeugt die (vielleicht auf Elektromagnetismus beruhende) Axendrehung den Wechsel zwischen Tag- und Nachtleben, wobei nacheinander alle Punkte dem nahen glänzenden Fixstern, zu dessen System die Erde gehört, bald zu bald von ihm abgewendet werden. Wie aber im Leben eines sekundären Organismus keine bestimmten Abschnitte vorhanden sind, sondern jenes als eine stätige Linie erscheint, in welcher die wunderbarsten Abwechslungen, ja scheinbar widersprechende Erscheinungen, unmerklich in einander verfließen, so auch in den Erscheinungen, welche die doppelte Bewegung der Erde zur Folge hat. Während die eine Halbkugel in Eis und Schnee erstarrt, erfreut sich die andere der belebenden Sonnenkraft mit ihren Lichtmassen, ihrer intensiven Wärme, ihren Gewittern und Meteoren; im Winter bereitet sich unmerklich der Frühling, in diesem der Sommer und wieder der Herbst vor, in der Nacht dämmert der Tag auf, und aller Widerspruch, alle gegenseitige Ausschließen jener Erscheinungen

findet nur statt, wenn sie fortwährend von einem bestimmten Standpunkte aus betrachtet werden, während sie im Großen und Ganzen alle zugleich vorhanden sind, und in rythmischer Folge stets nur Ort und Zeit wechseln. Dieses Verhältniß allein, wenn auch keine andern bekannt wären, würde Denjenigen genügen, die Erde für einen Organismus zu halten, welche das in Rythmus und Metamorphose begründete tiefere Wesen eines solchen begriffen haben. — Die Gravitation ist, wie S. 272 dargestellt wurde, durchaus kein mechanischer, sondern ein rein geistiger, ein Lebensakt. Wie sie die Erde mit der Sonne verbindet, so fesselt sie auch den Mond an die Erde. Ob er nur hiedurch und durch die Beleuchtungsverhältnisse, oder auch durch Einflüsse auf die Atmosphäre, auf das Wachsthum der Erdorganismen ꝛc. wie es wahrscheinlich ist, mit der Erde in Verbindung trete, wird die Zukunft entscheiden. Daß Kometen und auch Meteorkugeln von bedeutender Größe bei starker Annäherung nicht ohne Einfluß auf das Leben der Erde sein werden, Aenderungen in den gegenseitigen Spannungsverhältnissen der Elektrizität und des Magnetismus, stürmische Bewegungen in Luft und Meer, Aufregen der vulkanischen Thätigkeit, Schwankungen in der Mischung der Luft bewirken werden, ist a priori gewiß. So partizipirt die Erde, ihr eigenes besonderes Leben bewahrend, doch vom Leben des Universums. Nur im Ganzen und durch das Ganze ist Fortdauer des Lebens möglich; das Isolirte stirbt. — Was das Leben der Erde in sich selbst betrifft, so zeigt sie sich einmal als ein elektromagnetischer Körper. Der Magnetismus der Erde möchte auf einem lebendigen Wechselverkehr der Sonne und Erde beruhen. Da die Deklinationsveränderungen auch in den größten Tiefen erfolgen, wo weder Sonnenlicht noch Sonnenwärme hindringt, so scheint er nicht bloß dem Luftkreise, sondern vorzüglich dem festen Erdkörper anzugehören. Mit dem Erdmagnetismus dürften, wie man jetzt anzunehmen anfängt, die Polarlichter (Nord- und Südlicht) in naher Beziehung stehen. Dann wurde schon früher der Wechselwirkung gedacht, in welche die einzelnen Erdorgane, die Atmosphäre,

das Meer und die Erdfeste gegen einander treten. Es scheint, daß ausserdem im Erdinnern noch eine expandirende Kraft eigentlich organischer Art vorhanden ist, der man das Aufsteigen der Quellen, das zeitenweise Hervorbrechen gewaltiger Wassermassen aus dem Innern (so bei den großen historischen Fluthen, und vielleicht auch bei den Ueberschwemmungen des Jahres 1824) die intermittirenden und Springquellen ꝛc. zuschreiben muß, und deren eine Seite uns als Centralwärme erscheint. Von den drei Erdorganen sind die Luft und die Erdfeste die beiden wichtigsten, und stehen schon dem Aggregatzustande, noch mehr aber der Funktion nach im lebendigsten Gegensatz, während das Meer als Zwischen- und Verbindungsglied auftritt. Alle drei sind aber nicht bloße todte Aggregate von festen, flüssigen und gasförmigen Theilchen, sondern wahre Organe, die im Verkehr mit den andern ihre Selbstständigkeit, ihre Wesenheit, und ihre Mischung behaupten, indem sie das, was sie von den andern empfangen, in sich aufnehmen, sich selbst gleichartig setzen, sich assimiliren. — Steffens, Winterl, Hugi, Keferstein u. A., welche zum Theil eine Umwandlung der Stoffe in einander annehmen, und die 54 Elemente unserer Chemie nur als eben so viele Fixirungsmomente, als eben so viele Zustände einer homogenen Urmaterie ansehen, in welche Alles reduzirt und aus welcher Alles abgeleitet werden könne, behaupten, auf unten näher bezeichnete Versuche gestützt, daß die Schichten der Erdrinde aus sich selbst durch Metamorphose Wasser und die verschiedensten Stoffe erzeugen können, und daß der Gehalt der Mineralquellen, die eine bestimmte Individualität zeigten, hierauf und nicht auf mechanischer oder chemischer Auflösung der von ihnen durchflossenen Straten beruhe. Durch eigenthümliche Assimilisationskraft metamorphosire die Erde die an allen Punkten mit verschiedener Energie eingeathmete respirable atmosphärische Luft, den Sauerstoff in sich aufnehmend, in irrespirable, an Kohlen, Schwefel und Wasserstoff reiche Gasarten ꝛc., welche sie ausstößt, und in Wasser, während die Atmosphäre sehr bald, nachdem diese Stoffe in sie getreten sind, dieselben differenzirt, und auf die ihr entsprechende Duplizität des

Stickstoffs und Sauerstoffs zurückführt. In der Erde werde nirgends respirable Luft gefunden, so viel auch in sie eintreten mag, mit einem Schlage werde ihre Qualität vernichtet; eben so bleibe sich die Mischung der Luft immer gleich, sie sei überall respirabel, so große Massen von Kohlensäure u. s. w. in sie treten, welche sehr bald spurlos verschwänden. Der Quellenbildungsprozeß sei das Vermittelnde der Inhalations- und Erhalationsthätigkeit der Erde und der Luft, die sich entgegenständen, wie Wasser- und Sauerstoffpol, und erscheine als eigentliche Funktion der Erde. Das schnelle Trocknen der Erde im Frühjahr im Gegensatz zum Herbste deute auf Energie des Erdlebens, auf kräftigern Inhalationsprozeß. — Kann man auch der Ansicht einer Umwandlung der Stoffe, wobei durch organische Thätigkeit der Erdorgane, wie im thierischen Leibe Festes, Flüssiges, Gasiges und alle Stoffe in einander umgewandelt, und in jedem Organ des Erdganzen eigenthümliche Produkte, Sekreta erzeugt werden, wornach auch die Gesteine aus schleimigen Substraten entstehen und fest werden, dann regelmäßige Krystallformen annehmen, und endlich verwesen sollen, nicht unbedingt beistimmen, so muß man einen Athmungsprozeß von Atmosphäre und Erdfeste unbedenklich zugeben. Er erfolgt rythmisch, mit Ueberwiegen bald des einen, bald des andern Faktors, durch aufsteigende und absteigende Ströme in der Atmosphäre, und wird schon durch die regelmäßigen und unregelmäßigen Barometerschwankungen angedeutet. Je stärker die Erhalation der Erde, desto kräftiger die Gegenwirkung der Atmosphäre, und der Barometer fällt. Je geringer die Erhalation der Erde, desto schwächer der Gegendruck der Atmosphäre, sie wird expandirter, trockner, und der Barometer steigt. Stürme, Erdbeben bringen außerordentliche Schwankungen hervor; die regelmäßigen täglichen (Vergl. S. 318) zeigen gleichsam den Pulsschlag der Erde an. Saussüre und Alex. v. Humboldt, Boekmann, Ruhland und Schübler haben aus zahlreichen Versuchen über das Verhalten von Thon, Letten, Steinsalz und vielen andern Gesteinen zur atmosphärischen Luft ermittelt, daß die Gesteine mit einer abgesperrten Menge Luft

in Verbindung gebracht, auf diese einwirken, und ihr Volumen vermindern, wobei der Sauerstoff verschwindet, und sich Kohlensäure bildet. Verschiedene Gesteinarten verschlucken hiebei wohl das 10fache ihres Volumens Luft. (Vergl. Humboldt's Werk über d. unterird. Gasarten, Journ. d. Phys. 4. et 5. Biblioth. brittan. t. 49. Gilbert's Annal. Bd. 1, S. 501. Band 8. Band 47. S. 113. Schweigger's Journal 1816, S. 30. 1817, S. 204.) — Die Luftmassen, welche über Meer und Erde streichen, müssen Friktions-Elektrizität aufregen; die so verschiedenen Massen, aus welchen die Erdrinde besteht, durch ihr bloßes Aufeinanderliegen Kontaktelektrizität. Auch die ungleiche Erwärmung von Luft, Meer und Erde wird elektrische Phänomene hervorrufen. Welches auch die nähern Ursachen der Erdbeben und des Vulkanismus sein mögen, ob elektrische Ausgleichungen, Schwankungen einer unterirdischen Atmosphäre, chemische Bindungen und Zersetzungen, das Centralfeuer, oder begleitende Erscheinung organischer Umbildungsprozesse, — nie können diese furchtbaren Vorgänge als bloß physische oder chemische, sondern sie müssen als zum Kreis des Erdlebens gehörig betrachtet werden. — Der Kreislauf des Gewässers, von dem schon früher gehandelt wurde, verbindet die drei Erdorgane zu einem Ganzen. — Wenn nun die Erde, wie man nicht bezweifeln kann, ein Organismus ist, so muß sie im Ganzen, wie ihre Organe im Einzelnen, veränderliche Stimmungen annehmen können, sie muß pathologische Zustände zeigen, die in ihrem eigenen Entwicklungsgang begründet sind, oder ihr von aussen herbeigeführt werden. In solchen Verhältnissen werden wir die Ursache abnormer Jahre, so wie des Charakters der Jahrgänge überhaupt, ausserordentlicher Vermehrung mancher Thiere und Pflanzen, und jener großen Epidemieen zu suchen haben, welche von Zeit zu Zeit die Völker heimsuchen. — Wir erblicken auf der Erde unzählbare sekundäre Organismen. Sie gehören ihr an, sind ihr entsprossen, stehen mit ihrem ganzen Wesen, vom Allgemeinen bis zum Speziellsten hinab, in genauester Beziehung. Daß so reiches Leben aus der Erde hervorgehen konnte, würde

allein wieder beweisen, daß die Erde kein todter Felsklumpen sein könne. Dieses Verhältniß aber ist so groß, so wunderbar, daß seiner Ergründung einige besondere Hauptstücke des sechsten Buches gewidmet sind, in welchem vom Leben der sekundären Organismen überhaupt gehandelt wird, und auf das wir hiemit verweisen.

Die schon von Kepler und Aeltern ausgesprochene Ansicht, daß die Erde ein Organismus sei, hat auch Patrin in mehrern Artikeln des Nouv. diction. d'hist. nat. vertheidigt.

Nach den S. 32 angeführten Untersuchungen nimmt die Temperatur des Erdinnern nach der Tiefe stets zu, in einem Verhältnisse von 1°R auf 80 — 120'. Würde diese Zunahme in bedeutenden Tiefen im selben Grade fortdauern, als in den den Menschen erreichbaren, so müßte die Temperatur des Erdinnern schon in wenigen Meilen Tiefe jene des glühenden Eisens übertreffen. Einige von Jenen, welche die Erde für einen Organismus ansehen, halten diese Wärme für eine durch dessen Lebensprozeß erzeugte; die Meisten betrachten sie als einen Rest der hohen Temperatur, welche die Erde zur Zeit ihres feurigflüssigen Zustandes hatte. (Vergl. Cordier, in Schweigg. Jahrb. LII. 365. Arago, Annuaire pour l'an 1834. p. 171. Annuaire de Chimie, 13. p. 283. Poggend. Ann. Bd. 31. S. 365. 32. S. 284. 34. S. 191. 35. S. 109.) Nach Poisson (vergl. seine Theorie der Wärme) hätten die kosmischen Regionen, in welchen sich das Sonnensystem bewegt, eine eigenthümliche Temperatur, welche in verschiedenen Punkten des Weltraum's verschieden sein kann; die Erde bedürfe einige Zeit, um die Temperatur jeder Gegend anzunehmen, welche sich dann allmälig von der Erdoberfläche in ihr Inneres fortpflanze. Wenn nun das Sonnensystem eine wärmere Gegend verläßt, um in eine káltere einzutreten, wird das Erdinnere noch Spuren dieser früher erhaltenen höhern Temperatur zeigen, welche aber durchaus nicht zur Annahme einer gegen das Centrum beständig wachsenden Wärme berechtigen. — Offenbar setzt P. an die Stelle besserer Hypothesen nur eine viel schwächere. Es ist ohne Zweifel gerathener, die Quelle der innerirdischen Wärme in der Erde selbst zu suchen; sie könnte ja auch auf chemischen oder galvanischen Kraftäusserungen beruhen.

Magnetismus der Erde. Die magnetischen Kräfte, welche die Erde unzweifelhaft besitzt, bewirken für jeden Punkt eine bestimmte resultirende Kraft, deren Richtung die Magnetnadel anzeigt. Um magnetische Inklination und Deklination (vergl. S. 187) an jedem Punkte der Erde zu beobachten, bedient man sich

komplizirter Instrumente, Deklinatorien und Inklinatorien, und um die Stärke des Erdmagnetismus an verschiedenen Punkten kennen zu lernen, stellt man Versuche mit Schwingungsmagneten an. Zahlreiche Beobachtungen der Deklination durch Humboldt, Hansteen, Arago, Herrman beweisen, daß sie nicht an allen Orten der Erde gleich groß sei, an manchen gar nicht statt finde (wo dann der Nordpol der Nadel genau nach dem der Erde gerichtet ist), daß jetzt in ganz Europa die D. westlich, an Amerika's Westküste östlich ist. Isogonische Linien sind die durch Orte von gleicher Abweichung gehenden. 1829 gab es auf der Erde nur zwei Linien von 0° Abweichung, jede mit mehrern Zweigen, wovon eine durch Nischnei-Nowgorod, das Meer von Ochotzk, den stillen Ocean und australischen Kontinent zum terrestrischen Südpol, die zweite vom Südpol aus über das südl. atlantische Meer laufend, über Rio-Janeiro in den amerik. Kontinent tritt und Nordamerika durchschneidet. Beide Linien sind nicht von einfacher Krümmung und sich keineswegs gleich. — Sehr verschieden sind die isogonischen L. von andern Werthen der Abweichung. Erman führt von ihnen geschlossene an, welche in sich selbst rückkehren, ohne einen der Erdpole zu erreichen, kreuzende, von einem Pole zum andern gehend, gespaltene, die sich in einen rückkehrenden und kreuzenden Zweig theilen. Alle sind mit der Deklination selbst veränderlich. Vor Anfang des 19. Jahrh. nahm in ganz Europa die Dekl. nach W. zu, wurde bald nach dem Anfang desselben stationär, nimmt nun wieder ab, und wird, nach erreichter größter Abweichung nach O. wieder westl. werden. Die Bewegung geschieht aber nicht bloß in jährlichen, sondern auch in tägl. Oszillationen. In der nördl. Erdhälfte hat der Npol der Nadel zwischen 6 — 9 Morg. die größte östl. Abw., bewegt sich dann bis gegen 2 Nachm. nach W., kehrt bis gegen 2 Morg. wieder nach N. zurück, und beginnt eine 2te unregelmäßige unbedeutende Schwingung. In der jährl. Oszill. hat die Nadel im Nov. die größte westl. Abw., und erreicht von da aus im Mai die größte östl. In der südlichen Halbk. erfolgt Alles umgekehrt. Die größte westl. Abw. tritt in den Sommermonaten früher ein, als in den Wintermonaten. Die Oszillationen rücken, umgekehrt wie die Erde, von O. nach W. vor. Alle Veränderungen der D. erfolgen nicht nur auf der Erdoberfläche, sondern auch in den größten Tiefen. Nordlichter, Erdbeben, starke Schneefälle bewirken unregelmäßige Störungen. — Die Inklination ist an einigen Orten (so in ganz Europa) nördlich, an andern südlich, und fehlt an manchen ganz. Die durch die letzten gehende Linie heißt der magnetische Aequator, schneidet nach Duperrey den geogr. Aequat. im atlant. und großen

Ocean und erreicht ihre größte nördl. und südl. Abw. von etwa 15° in den beiden großen Kontinenten. Die J. nimmt vom Aequator gegen die Pole zu, und ändert ungemein. Isoklinische Linien nennt man die durch Orte von gleicher Neigung gehenden. Die Intensität des Erdmagnetismus wird beurtheilt nach der Schnelligkeit der horizontalen sowohl als vertikalen Schwingungen der Nadel an verschiedenen Orten, und wächst im Allgemeinen mit der geogr. Br., also vom Aequator gegen die Pole. Linien, welche durch Orte von gleicher magnet. Intensität gehen, heißen isodynamische. Es sind geschlossene Linien, weder unter sich, noch mit dem magnet. oder geogr. Aequator parallel. Ihre Gestalt scheint auf 2 magnet. Npole zu deuten, einen westl. intensivern in der Hudsonsbai, einen östl. schwächern in Sibirien. — Allerdings wächst nord- und südwärts die Intensität des M., doch scheint größere nach milderer Temperatur eintretende Kälte dieselbe zu schwächen. Die magnet. Pole sind gleichsam Konvergenzpunkte der magnet. Kraft. — Bewirkte die magnet. Kraft der Sonne allein den Erdmagnetismus, so müßte der nördl. M. in der nördlichen, der südl. in der südlichen Halbkugel wachsen, was nicht der Fall ist; es ist also eine korrespondirende Kraftäusserung der Erde selbst vorhanden, welche an verschiedenen Punkten verschieden intensiv wirkt. L. Euler, gestützt auf Halley's Beobachtungen, und nach ihm Mollweide nahmen nur eine magnetische Axe im Innern des Erdkörpers an. Steinhäuser nahm zur Erklärung der Deklination und ihrer periodischen Veränderungen einen Magnet im Erdinnern an, welcher als selbstständiger, Planet 172 Meilen tief unter der Erde, binnen 440 Jahren in selber einen Umlauf beendigen soll. Nach Hansteen's, des eigentl. Schöpfers der Lehre vom Erdmagnetismus, neuesten Untersuchungen hat die Erde 4 magnet. Pole, welche in Perioden von 4600, 1740, 1300, 850 Jahren eine Umwälzungsbewegung in der Nähe der geogr. Pole haben. Aus Beobachtungen Tasman's von 1642—43 schließt Ed. Rudge, daß man den magnet. Südpol gegen 43° s. Br. und im SO. von Madagaskar finden müsse. (Sitzg. der Royal Society, 19. Febr. 1835. l'Inst. 1835. p. 174.) — Peltier theilte Anfangs 1837 der franz. Akad. mit, daß wenn man eine Kupferplatte in den magnet. Meridian bringe, und mit einer andern Kupferplatte reibe, sich + oder — E. entwickle, je nachdem die Reibungen von N. nach S. oder von S. nach N. gemacht würden; in der Ebene des magnetischen Aequators hat das Reiben keinen Erfolg. (Vergl. über diesen Abschn. Horner's Art. Magnetismus in Gehl. phys. Wörterb. 6 B. 2 Abth.)

Das Polarlicht zeigt sich nicht zu weit von den Polen entfernt, bei uns also als Nordlicht, am Himmel als eine dunkle

Wolke, in Form eines kreisförmigen vom Horizont begrenzten Segments, dessen Centrum wahrscheinlich im magnet. Meridian liegt, umgeben von einem hellen Ringe, aus welchem pausenweise häufige, verschiedenfarbige Lichtbüschel ausstrahlen, die manchmal bis zum Scheitelpunkt reichend, an selbem eine Art Krone bilden, deren Mitte in der verlängerten Axe einer Magnetnadel gegen S. hin zu liegen scheint. Einige wollen bei besonders starken Nordlichtern ein Geräusch, wie Windesrauschen gehört haben. In höhern Breiten, besonders zwischen 60° und dem Polarkreise, gewahrt man die Nordlichter häufiger und schöner, als bei uns; südwärts von 37° Br. sieht man keine mehr. In gewissen nördl. Gegenden, z. B. in Sibirien und Nordamerika zeigen sie sich wieder häufiger, als in andern von gleicher geogr. Br. Sie umlagern die magnet. Pole. Das prachtvolle N. vom 7. Jan. 1831 wurde zwischen Orenburg und dem Eriesee, also in mehr als 130 Längengraden Ausdehnung beobachtet. Auch manche Jahrgänge sind reicher an ihnen; so das an Erdbeben so reiche Jahr 1837. Schon im Oktob. 1836 begannen sie zu erscheinen. Schiffer, welche in neuester Zeit um die Südküste Neuhollands segelten, sahen das Südpolarlicht nordwärts von sich. — Das Nordlicht muß in der Atmosphäre seinen Sitz haben, und mit der Erde rotiren, da es nicht wie die Sterne eine tägl. Bewegung von O. nach W. zeigt. Oft wirkt es auf die Magnetnadel, deren Nordende abstoßend. Nach Hansteen hat kurz vor einem N. der Erdmagnetismus ungewöhnliche Intensität, die bald nach dessen Beginnen unter die gewöhnliche sinkt. Gerade wo die wenigsten Gewitter vorkommen, sind N. am häufigsten, und nach Thienemann und Schübler ein Stellvertreter derselben. Die größte Höhe eines N. soll 75,000′ sein. Nach Farquharson reichten sie nicht über die Wolkenregion hinaus, was ihr Sichtbarsein in großen Fernen unbegreiflich machte. Schwabe sah mitten in den hellsten und dichtesten Lichtwolken eines Nordlichts feine Doppelsterne, fast eben so deutlich, wie in ganz reiner Luft. Das Feld des Fernrohrs zeigte keine Trübung, sondern war nur schwach, wie von gleich starkem Mondlicht erhellt. Ihm scheint demnach das Nordl. nur aus höchst feiner Lichtmaterie, vielleicht elektrischem Lichte zu bestehen, wofür auch die ausserordentlich schnelle Bewegung und Verbreitung vieler Nordlichter sprechen möchte. Gruith. Anal. 7. Hft. S. 88. — Wir abstrahiren von den ältern Meinungen über das N. von Euler, Mairan, Franklin, Halley &c. Man hält es jetzt allgemein für ein elektrisches, oder elektromagnetisches Phänomen. Forbes nennt es ein magnet. Gewitter. (Meteorologie a. d. Engl. von Mahlmann, S. 230 ff.) Fisher glaubt, daß das N. sich hauptsächlich am Rande des Eismeers,

oder wo sonst sich viel Eis anhäuft, entwickle. Es entstünde durch die + E. der Atmosphäre, welche die schnelle Verdichtung des Dampfes im Gefrierungsakt veranlaßt, und die — E. der umgebenden Lufttheilchen hervorruft; es sei unmittelbare Folge der Herstellung des el. Gleichgewichts mittelst der Eistheilchen, welche als unvollkommene Leiter die E. durchlassend, leuchtend werden. Das N. fehle in den gemäßigten und der Tropenzone, weil daselbst das el. Gleichgew. sich mittelst wäßriger Dämpfe herstellt, was Donner und Blitz, aber kein N. verursacht, das nur bei reinem, trocknem, kaltem Himmel entstehen kann. (Royal Society 19. Juni 1834. l'Inst. 1835. p. 154.) Sowohl nach dem N. vom 18. Okt. 1836, als nach dem vom 18. Feb. 1837 trat in Bern einige Tage später kaltes Schneewetter ein. Das im Febr. 1837 erfolgte ganz plötzlich in der Nacht vom 23—24. Der 23. war der wärmste einer Reihe gelinder und sonniger Tage; Mittags hatte man im Schatten 7°R. Nachmittags bewölkte sich der Himmel, Abends und Nachts folgte starker Sturm aus W. mit Regen; am Morgen des 24. war alles mit Schnee bedeckt; am Mittag stand das Thermom. nur auf 2° R. Die Erde war während der Nacht gefroren.

Erscheinungen des Vulkanismus. Die Vulkane sind nicht immer thätig, und können Jahrhunderte lang ruhen. Von Ausbrüchen des Vesuv vor 79, des Aetna vor 40 n. Ch. weiß man nur aus unsichern Traditionen. Die V. Amerika's haben selten mehr als eine Eruption in einem Jahrh. v. Buch unterscheidet bei den vulk. Ausbrüchen (wobei er vorzüglich den Vesuv als Beispiel im Auge hatte) 4 Perioden. Die erste sind die Vorboten. Die Erde schwankt und bebt oft nur leise, oft bis zum gänzlichen Umsturz der Gegenstände auf ihrer Oberfläche; manchmal nur von Geräusch, manchmal von lautem Rollen und Donnern begleitet. Die Schwingungen des Erdbebens sind in der Nähe des V. am stärksten, wirken oft auf die entlegensten Punkte, stürzen ganze Städte nieder, erheben das Meer oft mehrere Klafter hoch, und machen es gegen das Land strömen, wo es furchtbare Verwüstungen anrichtet. Manchmal versiegen Quellen, ja ganze Flüsse, es eröffnen sich durch die heftigen Stöße in den Bergen mit Wasser erfüllte Gewölbe, und ergießen mit diesem z. B. in Südamerika Schlammströme und unzählige Fische, Pimelodus Cyclopum. Endlich zerreißen die Dämpfe, welche dem ungeheuern Druck der im Innern kochenden Lava nicht mehr widerstehen können, den Berg an seinem Abhang oder am Fuß des Kegels, immer eine senkrechte, nie eine horizontale Spalte in selbem bewirkend. In der zweiten Periode bricht nun aus dieser Spalte die Lava als glühender Strom hervor, und hellleuchtende Flammen, welchen ein erschütternder Knall vorhergeht, erheben sich

über den Krater. Oft bilden sie eine Feuersäule, welche glühenden Sand, Steine, Asche bis 3000′ senkrecht in die Höhe treibt, und sich selbst vor Stürmen nicht beugt. Mit dem Lavenerguß hören gewöhnlich die Erdbeben auf. Dichte schwarze Wolken umhüllen in der Regel den Lavastrom, weißer Wasserdampf, der bisweilen schwefelige Säure, Salzsäure, Kochsalz führt, erhebt sich von seiner Oberfläche. Oefters steigen nach furchtbaren Donnerschlägen Feuerwolken aus dem Krater, die im Verschwinden zuweilen unter heftigem, höchst unangenehmem Geruch glühenden Sand- und Steinregen fallen lassen. Seltner wird die flüssige Lava bis über den Kraterrand emporgehoben, und fließt in kleinen Bächen am Kegel herab, oder sie wird von den Dämpfen in die Höhe geschleudert, und nimmt, sich im Fluge abkühlend, die sonderbarsten Formen an. Der Berg tobt hiebei fortwährend und erzittert unter Donnerschlägen. Nachdem diese Erscheinungen nachgelassen, Flammen und Rauch sich vermindert haben, erhebt sich nun, oft unter neuen Erschütterungen, in der dritten Periode eine majestätische Rauchsäule in der erhabenen Gestalt einer Pinie (Pinus Pinea). Flammen erscheinen selten, aber Wasserdämpfe in ungeheurer Menge steigen in der Rauchsäule empor, die nach oben sich in dunkles Gewölk ausbreitet, aus welchem auf den Abhang des Berges die schweren trockenen Rapilli, weit über Land und Meer aber graue, leichte Asche gestreut wird, die den Himmel verfinstert, den Tag in schauerliche Nacht verwandelt, und z. B. beim Ausbruch des Vesuvs von 1822 12 Tage nach einander fiel, wobei die Aschensäule sich in 9000′ Höhe erhob. Das dunkle Gewölk erzeugt elektr. Spannung, heftige Blitze und Donnerschläge, endlich durch Anziehung aller Wolken der weiten Umgegend wolkenbruchartige Regen, die entweder mit der Asche vermengt als verheerende Schlammströme allerseits vom Gipfel niederstürzen, oder sich mit jener zu zähem Teig verbinden, der Alles zu zerdrücken droht, und einst Herkulanum und Pompeji begrub. Hat ein Vulkan lange geruht, so erfolgen die Aschenregen wohl schon im Anfang einer neuen Eruption, wie beim Vesuv 79 n. Ch. und 1759 im Sept., als der neue Vulkan Jorullo in Mejiko sich plötzlich in der Ebene erhob, aus Syenit- und Trachytschichten hervorbrechend. In der vierten und letzten Periode (Wochen, oft erst Monate nach den Ausbrüchen) strömen nun die Mofetten hervor, Quellen und Ströme von kohlensaurem Gas, die 6 — 8 Wochen lang im ganzen Umfang des Vesuvs, in Gärten Feldern, Kellern ausbrechen und die Luft verderben. — v. Buch nennt alles Lava, was im Vulkan fließt, und hiedurch neue Lagerstätten einnimmt. Aus der Schmelzung des Trachyts, der alle wahren Vulkane bildet, entsteht der Obsidian, eine Masse,

klingend und schneidend wie Glas, von welchem ganze Ströme am Pic von Teneriffa, in Island, auf Lipari und in Mejiko vorkommen. Bimsstein wird von manchen V. (so 1815 vom großen V. auf Sumbava) in so ungeheurer Menge ausgeworfen, daß er ganze Inseln bildet. Oben ist die Lava immer porös, gegen die Tiefe des Stroms dicht; die Ströme fliessen meist langsam, höchstens bis 40 Minuten in einer Stunde. Die ergossenen Lavamassen sind oft unglaublich groß; so soll der Lavastrom von 1783 in Island 20 Meilen in der Länge und 8 in der Breite erreicht haben. Bald erhärtet an den Lavaströmen die Oberfläche zu fester Rinde, die von der tiefen noch flüssigen Masse in Stücke zerbrochen wird; sehr hohe Ströme bleiben mehrere Wochen lang flüßig. Dickere Ströme zeigen manchmal eine prismatoidische Struktur, oder kuglige Absonderung. Durch Anschwemmung und Absatz entstandene vulkanische Produkte sind der vulk. Tuff und Peperino. Die sog. Moya, eine erdige, breiartige Masse, stürzt bei starken Erdbeben mit den Prenadillas (Pimelodus Cyclopum) aus dem Innern einiger V. in Quito, und besteht wohl aus zerriebenem kohligem Trachyt. Viele Stücke brennen so gut, daß sie zum Kochen dienen. Viele feste vulkanische Materien geben, im zerriebenen mit Kalkbrei vermengten Zustande, einen hydraulischen Mörtel, Pozzuolana. Der Traß besteht aus einer Anhäufung gebrannter, aschenartiger Substanzen mit viel Bimsstein. — Solfatara (Soufrière) nennt man einmal alle Gase, Wasser- und Schwefeldämpfe ausstoßenden vulkanischen Oerter und Ansammlungen vulkanischen Schwefels, dann die Vulkane selbst, welche lange keine wahren Eruptionen gemacht haben, sondern nur noch Rauch, Wasserdämpfe und Gase ausstoßen. Bei mehrern solchen Vulkanen vernimmt man im Kratergrunde ein Geräusch, wie von Massen kochenden Wassers (so auf der Insel Volcano), und heiße Quellen entspringen an ihrem Fuße. In den innern Spalten und an den Wänden des kalten Kraters sublimirt sich der Schwefeldampf, oder bildet, sich im Wasser des Schlundes niederschlagend, einen kochenden Schwefelpfühl, wie an einem der Kratere des Azufral in Quito, oder im großen Krater des Taal auf den Philippinen. Ausser Schwefel sublimirt sich auch Salmiak als feste Rinde; so am Peschan in so großer Menge, daß er dem Kaiser von China als Tribut entrichtet und in Menge nach Sibirien verkauft wird. Die mit den Schwefeldämpfen ausströmende schwefelige Säure macht das Gestein mürbe und bleich, und bildet im V. Taschem auf Java mit dem Wasser des Kraters eine Lagune von wäßriger Schwefelsäure. Solfataren im Grunde schlummernder V. finden sich am Jorullo, Ruca Pichincha, auf Tanna, der Schwefelinsel (Lochoo-Gruppe),

auf Montserrat, St. Vincent, Dominica, Guadeloupe, Kanaga (Aleuten), Volcano (Lipar. Ins.). An mehrern dieser Orte sublimiren sich sehr bedeutende Mengen Schwefel, welche ausgebeutet werden. Der Schwefel erfüllt alle Spalten und bildet so am Azufral wahre reiche Gänge. Die Solfatare von Pozzuoli und andere liegen nahe an thätigen Vulkanen, und wechseln mit diesen in der Thätigkeit ab. Die größte bis jetzt bekannte S., die vor Urumtzi, liegt am Fuße des gewaltigen Bogdo-Oola, hat 5 geographische M. im Umfang, ist wie mit Asche gefüllt, bedeckt sich im Winter nie mit Schnee, raucht und flammt, wenn in ihren Kessel ein Stein geworfen wird. Auch die S. haben bisweilen Ausbrüche, wobei sie unter Gebrülle Bimsstein und Asche, aber keine Lava auswerfen. — Salsen sind kleine Ausbruchskegel, die Schlamm, Naphtha, irresp. Gase, manchmal auch, aber nur kurze Zeit, Feuer, Dämpfe und Blöcke ausstoßen. Man nennt sie wohl auch Koth-Naphtha-Luftvulkane. Sie kommen in vulk. Gegenden vor, und stehen in Beziehung zu den eigentl. V. Die merkw. Macalubi befinden sich unfern Girgenti, in einer aus Kalkstein bestehenden, oben mit Kreidemergel, in dem Kieselknauer, Gypskrystalle und Schwefelkies umherliegen, bedeckten Gegend, mit einigen Steinölquellen. Anhaltender Regen erhebt das Terrain, und bildet mit dem Kreidemergel einen Schlammsee, aus welchem überall Luftblasen aufsteigen, die Wasser und Schlamm emporwerfen. In der heißen Jahreszeit berstet und zerreißt der Schlamm nach allen Richtungen, die trockene, durch Luft erhobene Erdrinde spaltet sich, es erscheinen runde Löcher von etwa 1′ Durchmesser, aus denen die Gasströme Schlammsäulen von aufgeweichtem Kreidemergel, bisweilen unter Gebrüll und Beben der Umgegend hervortreiben. Der Schlammvulkan auf Taman im schwarzen Meere zeigt ausserdem auch noch Feuererscheinungen. Die Volcanitos bei Turbaco in Columbien stoßen Ströme von beinahe reinem Stickgas aus. Die Salsen bei Saßuolo in Italien geben Boraxsäure. Die Landenge zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere und die Halbinsel Abscheron sind reich an Naphthaquellen, Kothvulkanen, Salzseen und Gasausströmungen. Die Naphthagruben von Baku, im tertiären Kalkstein, liefern nach Eichwald jährlich an schwarzer Naphtha 243,600, an weißer, reiner 800 Pud. Das berühmte „ewige Feuer“ daselbst (von frommen Indiern angebetet) wird durch, aus Klüften tertiären Kalksteins aufsteigendes, gekohltes Wasserstoffgas gebildet, welches bei Annäherung einer Flamme sich entzündet und dann fortbrennt. Diese Gegenden sind innerlich entzündet, haben bisweilen Feuereruptionen, wahre Naphthavulkane und kleine Naphthabäche. Hervorbrechende Erdfeuer kommen

auch bei Pietra mala in Sizilien, Naphthaquellen auch bei Amiano in Parma, am Monte Zibio in Modena, bei Girgenti, bei Grosnaja am Kaukasus vor. Asphalt findet sich auch in dem durch Erdbeben seit uralter Zeit so furchtbar heimgesuchten Syrien und Palästina, besonders um das todte Meer, wo einst Sodoma, Gomorrha ꝛc. untergiengen. Der S. 354 erwähnte Asphaltsee auf Trinidad ist ebenfalls vulk. Abkunft.

Die Erdbeben stehen wohl häufig, jedoch nicht immer mit dem Vulkanismus im Zusammenhang. Die einzelnen vulk. Erscheinungen, welche sich in einer Gegend ereignen, sind sehr oft mit einander verbunden, und finden in einem mehr oder minder geschlossenen Umkreise statt. Es giebt auf der Erdoberfläche eine Anzahl solcher Bezirke, in deren jedem die vulk. Erscheinungen und Erdbeben näher unter sich, als mit denen anderer Gegenden zusammenhängen. v. Hoff nennt sie Erschütterungskreise. In Europa hat man z. B. die vulk. Erscheinungen rings um das Mittelmeer als einem gemeinsamen Erschütterungskreise angehörig erkannt; der Mittelpunkt eines andern, nördlichen, ist Island. In Asien unterscheidet v. Humboldt 3 große Erschütterungskreise: einen im W. um Azerbeidjan, die Halbinsel Abscheron und den Kaukasus; im Centrum jenen der Vulkane des Himmelsgebirges, und den letzten in Ostsibirien, dessen Mittelpunkt Irkutzk und das Becken des Baikalsees ist. Daß die Erdbeben mit dem Vulkanismus zusammenhängen, beweist das schon öfter beobachtete Aufsteigen von Feuerbergen und die Bildung von neuen Schlünden während denselben, so wie, daß Erdbeben nach den vulk. Eruptionen häufig aufhören. Einwirkungen auf die Magnetnadel wurden bei Erdbeben öfter wahrgenommen. Das ihnen vorhergehende Geräusch gleicht bald dem Rasseln schwer beladener Wagen oder dem Brausen des Sturmwindes, bald Kanonenschüssen oder Donnerschlägen. Die Stöße sind bald horizontal, bald vertikal, (diese sind meist von gewaltigen Explosionen und furchtbarem Getöse begleitet) bald rotirend. Manche Erdbeben wirken in ungeheuern Entfernungen, wie das von Lissabon 1755, welches in Bayern (wo der Walchensee bei ganz ruhiger Luft in furchtbare Wallung gerieth) und Westindien, in Cadix und an der engl. Küste verspürt wurde. — Ein Instrument, um ferne Erdbeben wahrzunehmen, und die Intensität aller zu beurtheilen, hat Gruithuisen unter dem Namen Elkysmometer angegeben. Es besteht aus einem in einem Schacht oder Gewölbe an einem möglichst langen Drath aufgehängten Bleiloth, dessen Schwankungen an einer Mikrometervorrichtung gemessen werden können. (Lieblingsobjekte im Felde der Naturf. S. 128. Analekt. 1s Hft. S. 30.) Ein Herr Coulier nennt ein von ihm zu gleichem Zwecke erfundenes Instrument

29

Seïsmometer. (l'Instit. 1834. p. 125.) Ob gewisse, seit langem bekannte, wellenförmige Bewegungen des Meeres an Nordchili und Peru etwa doch auch auf Erdbeben beruhen, ist noch zweifelhaft. Meyen erzählt in seiner Reise um die Welt, daß er sich bei Nacht und bei vollkommner Ruhe, vor Anker im Hafen von Copiapo befand, als plötzlich und ohne Windstoß ungeheure Wellen sein Schiff aufhoben, und ihm unerträgliche Stöße versetzten. Anderwärts, im Süden von Arica, bei heiterm stillen Wetter und kaum fühlbarer Brise, sah er vom offenen Meer 30 — 40′ hohe Wogen herankommen. Doch ist auf der Westküste von Südamerika Ebbe und Fluth kaum wahrnehmbar; man kann also die Erscheinung nicht der periodischen Wiederkehr der Flut beimessen. Man glaubte sie dem Vollmond zuschreiben zu können, aber nach M. zeigt sich dieses sogen. „Rollen" an manchen Punkten der Küste heftiger im letzten Viertel, woraus er schließt, daß der Mond nicht Ursache sei. Er meint, man könne diese vielleicht im ausserordentlichen Zufluß kalter Wasser von SO. suchen, welche in der ganzen Ausdehnung von Arequipa an die peruanische Küste stürzen. (Mémoir. encycl. octob. 1835.)

Die vulk. Erscheinungen und Erdbeben leiteten die Alten vom Pyriphlegeton, dem feurigen Flusse der Unterwelt ab; Neuere bald vom Centralfeuer, bald (Lemery, v. Hoff) von brennenden Schwefelkiesen, bald (Werner) von tiefen brennenden Steinkohlenflötzen. Die beiden letztern Ansichten erfassen aber nicht die Großartigkeit und weite Verbreitung der vulk. Phänomene. Bekanntlich ist ganz Quito ein einziger vulk. Heerd, und das unterirdische Feuer bricht bald aus diesem, bald aus jenem Gipfel hervor; seit 300 Jahren findet in den Anden eine fortschreitende Bewegung des Feuers von N. nach S. statt. Weit entfernte Feuerschlünde stehen durch unterirdische Kanäle mit einander in Verbindung. Die Rauchsäule, welche der Vulkan von Pasto 1797 drei Monate lang ununterbrochen ausgestoßen hatte, verschwand im selben Moment, als 60 Meilen davon das große Erdbeben von Riobamba und die ausbrechende Moya 30 — 40,000 Indianer tödteten. Im ersten Augenblick des Ausbruchs des V. von St. Vincent (Antillen), 30 Tage nach der Zerstörung von Caracas, am 11. April 1811, spürte man in einer Strecke von 2200 □M. des Kontinents, ein schreckliches unterirdisches Getöse. Solche Erscheinungen deuten auf allgemeine, sehr tief unter der Oberfläche des Planeten liegende Ursachen. Nach Humphry Davy bestünde das Innere der Erde aus Metallen der Erden und Alkalien, die äussere Rinde aus deren Oxyden; kämen ihre metallischen Grundlagen mit Wasser und Luft in Berührung, so entständen vulk. Kraftäusserungen. Ausser dieser hat man auch

noch andere, weniger haltbare chemische Hypothesen zur Erklärung des Vulkanismus und der Erdbeben. Keferstein will sogar die Lava nicht einmal als geschmolzenes Produkt gelten lassen, läugnet überhaupt das Dasein besonderer Hitze im vulk. Heerd, und sieht die Lava und andere derlei Gesteine durch eine Art Gährungsprozeß aus neptunischen Straten entstanden an, der in der Erde selbst seinen Sitz habe, jedoch durch die Sonne und sich stark nähernde Kometen besonders aufgeregt werde. (i. a. W. Bd. 2. S. 140 ff.)

Die hohen, oft wochenlang aus dem Krater aufsteigenden Feuersäulen, die stets den großen vulk. Regengüssen vorhergehen, sind wohl nichts anders als brennendes Wasserstoffgas. Der aus weiter Ferne hörbare Wiederhall des unterirdischen Donners möchte für das Dasein großer Höhlen in der Nähe der V., namentlich um den Vesuv sprechen. Diese verbinden sich ohne Zweifel mit dem Innern seiner Solfatara, welche nur raucht und Schwefel sublimirt, sobald der V. schweigt; aber ruht, und in deren Schlot dann ein niedersteigender Luftstrom hinabsteigt, wenn der Berg in Aufregung kömmt. Verbindung mit der Luft ist überhaupt unumgängliche Bedingung für die Thätigkeit der Vulkane; sonst hielt man auch Wasser hiefür nothwendig, da die meisten Vulkane wirklich am Rande der Kontinente oder auf Inseln liegen; die Entdeckung von Feuerbergen in Centralasien hat jedoch dieses Gesetz beschränkt. — Das in den thätigen V. vorkommende Eisenoxyd ist wohl aus dem flüchtigen sublimirten Chloreisen durch Zersetzung mittelst Wasserdämpfen entstanden; der Salmiak durch Zersetzung von stickstoffhaltigem Bitumen, und Zutritt von Salzsäure; das kohlensaure Gas theils durch Einwirkung von Wasser auf erhitzte Kalksteine, theils durch Aufeinanderwirkung von heißem Wasser, Kieselerde oder Bisilicaten und kohlens. Kalk; der Schwefel wenigstens zum Theil aus Zersetzung der Schwefelmetalle. — Man kann nicht läugnen, daß durch Annahme eines Centralfeuers die vulk. Erscheinungen und die mit ihnen gewiß eng verbundenen Erdbeben einfach erklärt werden, und als Folge der Wechselwirkung zwischen dem feurigen Erdkern und der Atmosphäre erscheinen, welche die äußere, erkaltete, oxydirte, verhärtete Rinde umgiebt. Die schmelzenden Metalle des Innern werden bei Zutritt von Wasser und Luft durch eine niedersetzende Spalte, oxydirt und ihre Sulphurete zersetzt; hierauf durch die sich entwickelnden elastischen Dämpfe heraufgedrückt, als Lava, Steine, Blöcke herausgeschleudert, während jene, zum Theil glühend in die Luft ausströmen. Die in der Nähe der Vulkane und der granitischen Gesteine so zahlreichen heißen Quellen dienen als Stütze dieser Erklärung. — Wenn wir nun auch das Dasein einer Centralwärme für höchst wahrscheinlich, und für ziemlich erwiesen

halten, so muß diese doch von dem ohne nähere Bestimmung angenommenen Centralfeuer sehr verschieden sein. Die gewöhnlichen Feuer brennen nur bei Zutritt der Luft; das Innere der Erde, welches von ihr ziemlich abgeschlossen ist, und doch in den von Menschen bis jetzt erreichten Tiefen immer höhere Wärme zeigt, kann diese nur durch innere lebendige Kraft entwickeln, welche sich zugleich durch stete chemische Umbildungen kund giebt, die (oft unter heftigen Erschütterungen) unter ihrer Epidermis vor sich gehen, und bestimmte Sekreta durch die Vulkane ausscheidet. Diese würden sich daher so verhalten, wie die Pusteln, die öfters auf der Haut des Menschen entstehen, und durch welche entzündete, und in Eiter übergegangene Stoffe entleert werden. Nimmt man auch an, daß zutretende Wasserströme oder auch anhaltend nasse Witterung, also eine äussere Ursache, den Vulkanismus aufregen könne, und daher gleichzeitige Katastrophen in nicht weit von einander entfernten Gegenden auf diesem gemeinschaftlichen Moment beruhen können, so scheinen doch die in sehr großen Entfernungen gleichzeitig eintretenden Erdbeben auf Aufregungskräften ganz anderer Art zu beruhen, die nach Weise der Elektrizität oder des Magnetismus ungeheure Räume in der kürzesten Zeit zu durchlaufen vermögen. Da im Erdleben, obwohl einem organischen, doch die chemisch-physikalische, und elektro-magnetische Seite vorwiegt, so bedarf es zur Erzeugung der Erdwärme keineswegs jenes zusammengesetzten Apparats von Nerven und Gefäßen, wie z. B. im thierischen Organismus; ihre Stellen vertreten in dieser Rücksicht die zur Erregung von Galvanismus angeordneten verschiedenartigen Massen des Erdkörpers. Das Spiel aller Thätigkeiten wird stets von innen heraus durch jene immaterielle Kraft erhalten, welche jeden Weltkörper, so lange er lebt, durchdringt. (Vergl. über diesen Abschnitt auch Steffen's Beitr. z. innern Naturgesch. d. Erde. Freiberg, 1801.)

VI. Hauptstück.

Entstehung und Bildung, Veränderungen und Zukunft der Erde.

Literatur: Klöden, Gestalt und Urgeschichte der Erde. 2te Aufl. Berl. 1829. — v. Hoff, Gesch. d. durch Ueberlieferung nachgewies. natürl. Veränderungen d. Erdoberfläche. 3 Thle. Gotha, 1822 — 1834. — Elie de Beaumont, Extrait d'une serie des recherches sur quelquesuns de revolutions de la surface du globe. 8. Par. 1835. — Tableau de l'état du globe à ses differens âges, p. Nérée Boubée. Fol. 4 edit. Par. 1834.

Die Entstehung des von uns bewohnten Planeten hat seit den ältesten Zeiten die Philosophen und Physiker beschäftigt, und die zahlreichen Theorieen hierüber richteten sich mehr oder minder nach der jedesmaligen Einsicht in die Naturkräfte, und in die der Beobachtung zugänglichen Wirkungen derselben. Zu allen Zeiten hat es Solche gegeben, welche sich zur wahren Idee jedes schöpferischen Hergangs als eines geistigen Aktes erhoben haben, während Andere das Entstehen der Erde aus mechanischen Vorgängen, wie sie zum Theil bei deren Veränderungen jetzt noch erfolgen, zu erklären vermeinten. Seit die Kenntniß des Baues der Erdrinde sich mehr und mehr entwickelte, glaubte man durch ihren Besitz sich auch berechtigt, die große Frage der Geogenesis zu beantworten, obwohl die Geognosie sich nur mit Erforschung der äussersten Rinde des Planeten beschäftigt, gleichsam nur eine Histologie seiner Epidermis ist. Alles, was möglicherweise jemals durch sie erreicht werden dürfte, kann nur eine genaue Erkenntniß des Baues derselben in den verschiedensten Gegenden der Erde, und vielleicht auch noch derjenigen Kräfte sein, welche bei demselben wirksam waren. So groß und vortrefflich diese Resultate sind, berechtigen sie doch nicht, über die Erdgenesis zu entscheiden; nicht viel weniger vermöchte der Anatom, welcher nur den Bau der Haut, und der oberflächlichsten Theile an einem menschlichen Körper erkannt hätte, über die Entstehung desselben zu sprechen. Wenn jemals über die Entstehung der Erde etwas Erfahrungsmäßiges ausgemacht werden sollte, so wird es durch die beobachtende Astronomie geschehen. In den weiten Räumen des Himmels werden stets noch neue Weltkörper erzeugt; Jahrhunderte lang fortgesetzte Beobachtungen müssen endlich annähernde Schlüsse auf die Beschaffenheit der äussern Erscheinung hiebei gestatten. — Eine Hauptbedingung eines vernünftigen Fortschreitens auf dieser Bahn ist, daß die Wissenschaft nicht durch fremdartige Hemmnisse in ihrem Gang und ihrer Entwicklung gestört werde. Jede Einmischung orthodoxer Elemente, jedes Aufstellen eines Dogmas oder einer Tradition muß, schon als etwas Festgestelltes,

Unbewegliches die Forschung gefährden, deren Charakter Entwicklung und Metamorphose ist. Die religiösen Interessen bedürfen solcher Stützen nicht; sie haben ihre Wurzeln in ganz anderm und tieferem Grunde, als daß sie durch Verhältnisse der Erscheinungswelt ernstlich berührt und erschüttert werden könnten. Nach der Anerkennung des Kopernikanischen Weltsystems sollten Versuche dieser Art nicht mehr erneuert werden.

Nach unserer jetzigen Einsicht müssen wir (mit Beziehung auf das fünfte Hauptstück des dritten Buchs) glauben, daß unsere Erde einem individuellen Kraftwesen ihren Ursprung verdanke, welches mit jenen der übrigen Weltkörper unseres Systems, zu denen es in genetischer Beziehung steht, in derselben Gegend des Raumes thätig war, die es umgebende Materie anzog, und vermöge der von der schöpferischen Allmacht jedem Einzelwesen verliehenen spezifisch modifizirten Kräfte sie zum Erdsphäroid gestaltete. Die einzelnen Massen mochten sich nach ihren größern odern geringern Dichtigkeiten und chemischen Verwandschaften, also polarisch anordnen, die einzelnen Organe des Erdganzen traten aus einander, und unter sich in Wechselwirkung. Hält man nun mit den Vulkanisten dafür, daß die Erde sich anfangs in feurigem Fluß befand, und das Meer in Dunstgestalt mit der Atmosphäre verbunden war, aus der es sich in einem gewissen Stadium der Erkaltung niederschlug, oder, was noch wahrscheinlicher ist, daß die in der Urzeit größere Erdwärme nur auf einem lebendigern elektro-galvanischen Prozeß beruhte, wobei durch zahlreichere Vulkane und kräftigere Erdrespiration eine lebhaftere Wechselwirkung mit der Atmosphäre unterhalten wurde, als jetzt — immer wird man eine höhere Temperatur der Erde in jener fernen Periode annehmen müssen, und hiedurch noch am leichtesten mehrfache geologische Probleme zu lösen vermögen. — Vermuthlich bedeckte das Meer, sobald es sich von den übrigen Massen geschieden hatte, zuerst die ganze Oberfläche der Erde, ohne daß es hiezu einer größern Wassermasse bedurfte, als gegenwärtig noch vorhanden ist: indem, wenn alles Land in das Becken des jetzigen Oceans geworfen würde, es nur ein

Dritttheil desselben auszufüllen vermöchte. Aus dem Meere erhob sich allmälig das Land, hier schneller, dort langsamer, in den verschiedensten Abstufungen: zuerst nur in einzelnen Spitzen, die als Inseln hervorragten, später in größern Flächen, die allmälig Zusammenhang gewinnend die Kontinente darstellten. Die Erhebung des Landes und der Gebirgsketten (mit abwechselnden Senkungen), wenn auch nicht durch das Centralfeuer unter allverheerenden Umstürzungen, doch durch organisch-plastische Thätigkeit der Erde, neben fortdauernden chemischen und mechanischen Wirkungen, welche ja in der ganzen Schöpfung nirgends fehlen, dürfte stets geeigneter zur Erklärung wichtiger, geognostischer Thatsachen erscheinen, — besonders des augenscheinlichen Durchbrechens und Aufrichtens neptunischer Straten — als rein chemische und physikalische Ansichten. Die Bildung granitischer Felsmassen unter Einwirkung sehr großer Wärme möchte ebenfalls keinem Zweifel unterworfen und die chronologische Folge der neptunischen Straten, wie sie im vierten Hauptstück dargestellt wurde, in der Hauptsache richtig sein. — So lange das Meer den ganzen Erdball bedeckte, konnten wahrscheinlich nur wasserathmende Organismen des Thier- und Pflanzenreiches vorhanden sein; wie Land über den Seespiegel hervortrat, begannen sich luftathmende Thiere und höhere Vegetation zu entwickeln. Es scheint, daß der Planet im Verfolge der Zeiten (deren Dauer nach Jahren sich nie wird angeben lassen) allmälig auf den Gipfel der Produktionskraft gelangte, gleichsam auf die Akme seiner Entwicklung, und daß die Erreichung derselben erst vor wenigen Jahrtausenden durch das Erscheinen des höchsten und vollkommensten Geschöpfes, des Menschen bezeichnet wurde. Ihr mochte jenes Nachlassen der üppigen Produktionskraft folgen, welche früher so manche stürmische Veränderungen veranlaßt, aber auch gewaltige Thier- und Pflanzenformen in jetzt beeisten Gegenden hervorgerufen hatte, — ein Nachlassen, das sich unter Anderem auch durch eine ziemlich schnell eintretende Verminderung der Temperatur der Erde kund gab. Mit dem Dasein des Menschen scheint relative

Ruhe im Erdleben erfolgt zu sein; die Gebirgsketten waren schon alle erhoben, Meer und Land hatten die jetzige Vertheilung, was von Erhebungen und vulkanischer Thätigkeit jetzt noch statt fand und findet, ist nur ein schwacher Nachhall der frühern Zeit, in der organischen Natur ist Stabilität eingetreten, — kurz, jene Kraft, welche früher der Oberwelt zustrebend, das Land über das Meer erhob, es wieder mannigfach veränderte, zum Theil umstürzte, und sich in Produktionen gewaltiger organischer Wesen gefiel, scheint immer mehr zur Klarheit durchdringend, im Menschen endlich das Ziel ihres Strebens gefunden zu haben, und nur noch in der Menschheit als Streit und Ringen um das höchste und letzte Verständniß fort zu dauern. — Nur noch eine große Katastrophe, bestehend entweder in einer ungeheuern Fluth, oder einer Periode großer weitverbreiteter, ziemlich gleichzeitiger Fluthen ist noch nach dem Dasein des Menschen eingetreten.

* ° *

„Was die jetzt noch fortdauernden Veränderungen der Erdoberfläche betrifft, so bezeichnete schon G. v. Cuvier 4 Ursachen derselben: den Regen und das Eis- und Schneewasser, welche die steilen Gebirge zerstören und ihre Trümmer an den Gehängen aufhäufen; die fließenden Gewässer, welche jene Trümmer mit sich fortreißen, und sie dort niederlegen, wo ihr Lauf gemäßigt wird; das Meer, das die hohen Küsten unterwühlt, um sie in Klippen zu verwandeln, und auf den flachen Ufern Sandhügel aufwirft; endlich die Vulkane, welche die festen Schichten durchbrechen und hier ihre Auswürfe aufthürmen, oder umher verbreiten. Nothwendig müssen hiedurch Seen ausgefüllt, der Boden des Meeres erhöht, der Lauf der Flüsse verändert, Land- und Meeresboden mit vulkanischen Massen bedeckt werden. Man muß diesen Ursachen wenigstens noch 2 beifügen: einmal die auch jetzt noch fortdauernden Erhebungen und Senkungen, wodurch Land über den Meeresspiegel erhoben oder unter ihn herabgedrückt wird, und dann die Entstehung neuer Inseln und Bänke durch die

Korallen- und Schalthiere, wie durch den stets fortgehenden Versteinerungsprozeß.

* * *

Wer vermag die **Zukunft der Erde** zu enträthseln! Ein dichter Schleier senkt sich vor das sterbliche Auge, das nur wenig unter die Oberfläche des tiefen Oceans der unbegrenzten Naturkraft zu schauen vermag. Wenn es uns vergönnt ist, auch hier der Analogie zu folgen, so muß diese reiche und schöne Erde, wie Alles, was in Zeit und Raum erscheint, ihr Ende finden, wie sie ihren Anfang gefunden hat: erfolge nun dieses durch einen Zusammensturz mit der Sonne (vergl. S. 283), oder durch ein Nachlassen jener geistigen Kraft, durch welche sie die Materie zur Vereinigung bewogen, und bis jetzt zusammengehalten hat. Auch schon ein Uebergewicht der einen oder andern Potenz in ihrem Leben vermag Zerstörung und Untergang herbeizuführen: sei es nun, daß noch einmal gewaltsame Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche erfolgen, oder daß Luft oder Erdfeste vermöge krankhaft erhöhter Erhalation nicht mehr vermögen, das chemisch in ihnen gebundene Wasser fest zu halten, und es in gewaltigen Fluthen über die Länder ergießen, alles Leben ertränkend, oder daß (nach der Edda) die Erde im Feuer untergeht, um schöner oder nie wieder zu erstehen.

Dem S. 41 historisch Angeführten und der im V. Hauptstück Buch 3 gegebenen Darstellung der Entstehung und Bildung der Weltkörper fügen wir nur noch Weniges bei. Zu den neuesten Theorieen der **Erdbildung** gehört die **chemische** von Prof. u. Akad. Fuchs in München. Herr F. spricht sich sowohl gegen die Neptunisten, als Vulkanisten aus, neigt sich aber doch stark zu erstern hin, und nimmt einen ursprünglich flüssigen Zustand der Erde an. Wäßrigflüssig könne dieser nicht gewesen sein, da die verschiedenen Bestandtheile der granitischen Felsarten so äußerst schwer im Wasser löslich wären, und überdieß verschiedene Auflösbarkeit und Krystallisationsfähigkeit hätten, daher sich in Schichten, und nicht unter einander hätten absetzen müssen. Feurigflüssig könne er auch nicht gewesen sein, weil Mineralien von der verschiedensten Schmelzbarkeit nicht blos neben einander, sondern häufig in- und durch einander gewachsen vorkommen, also

gleichzeitig entstanden sind. Wäre der Granit geschmolzen gewesen, so hätte zuerst der Quarz, und erst lange nachher der Feldspath und Glimmer krystallisiren müssen. Es wäre aber nun nicht nothwendig, daß Körper aufgelöst oder überhaupt flüssig seien, um krystallisiren zu können. F. habe bereits in seiner Abh. „über den Amorphismus fester Körper“ dargethan, daß auch amorphe feste Körper unmittelbar krystallisiren können, vorzüglich, wenn sie unter Wasser, oder von ihm durchdrungen, daher festweich seien. Alle krystallinischen Körper müßten daher amorph gewesen sein, ohne flüssig gewesen sein zu müssen. Im Anfang war die Erde vermittelst des Wassers theils in festweichem, theils in flüssigem oder aufgelöstem Zustande. Silicium- und Kohlensäure seien von allen Bestandtheilen der Gebirge die wichtigsten. Die Kieselsäure bildete theils für sich als eine gelatinöse Substanz, theils mit Thonerde, Kali, Bittererde, den Eisenoxyden 2c. die (im Wasser) unauflösliche Masse der Gebirge. Die Kohlensäure bildete mit dem Kalk nebst einem großen Theile der Bittererde die Hauptmasse des aufgelösten Theils. Der neutrale kohlensaure Kalk der Gebirge ist im Wasser jedoch nur sehr wenig löslich; es mußte daher ein größerer Ueberschuß von Kohlensäure da gewesen sein, als die Gebirge jetzt noch enthalten. Die Atmosphäre bestand ursprünglich vermuthlich bloß aus Stickgas, kohlensaurem Gas und Wasserdämpfen ohne Sauerstoff. Durch jene beiden sich ausschließenden Säuren entwickelten sich zwei große Formationsreihen, welche in jedem Zeitalter ungestört nebeneinander hergehen: sie sind die Kiesel- und Kalkreihe, zu welchen sich in späterer Zeit noch die Kohlenstoffreihe gesellt. Die Gebirgsbildung begann 1) mit der Kieselreihe, welche sich bis in die neueste Zeit erstreckt. Bei der Krystallisation so großer Massen wurde Licht und Wärme frei; letztere konnte sich bis zur Gluth steigern, und den vulkanischen ähnliche Wirkungen hervorbringen. Aus dem festweichen amorphen Zustand wird auch die Bildung gemengter Gebirgsarten begreiflich. Während sich aber hier Granit bildete, entstanden dort Syenit, Glimmerschiefer, Grünstein 2c., kurz die granitartigen Gebilde. Je nach der Ruhe oder Bewegung des Gewässers wurden die Gebirgsmassen entweder geschichtet oder nicht. Nachdem ein großer Theil der festweichen Masse krystallisirt war, wurde das Gewässer freier und unruhiger, besonders in der neuern Zeit, weßhalb sich da die Glieder der Kieselerde nicht mehr so vollkommen ausbildeten. Sand, Sandstein und Thon seien, der gewöhnlichen Ansicht entgegen, nicht durchgängig mechanische Sedimente, sondern der größere Theil sei auf ähnliche Weise, wie die ältern Gebirge der Kieselreihe gebildet worden; daher gehe der Sandstein in Granit

über, schließe bisweilen Feldspathkrystalle ein, und der Glimmer fehle selten. 2) Die **Kalkreihe** beginne bereits in Urgebirgen, und gehe gleichzeitig mit der Kieselreihe durch alle Epochen bis in die neueste Zeit, wo sie, während die Kieselreihe abnimmt, ihre größte Ausdehnung erlangt. Wäre der kohlens. Kalk feurigflüssig gewesen, so müßten wir statt kohlens. Kalks, bloß kieselsauren haben, da in starkem Feuer der Kalk sich nicht mit der Kieselsäure vertrage, sondern zersetzt werde, indem sich diese mit dem Kalk vereinige, und die Kohlensäure austreibe. Der kohlens. Kalk habe seine krystallinische Beschaffenheit daher durch das Wasser erlangt, in welchem er mit einem Ueberschuß von Kohlensäure aufgelöst war. 3) Die **Kohlenstoffreihe** beginnt mit dem Graphit in den Urgebirgen, zeigt sich im schwarzen Urkalk, Thonschiefer, Zeichen- und Alaunschiefer, lydischen Stein, setzt mit diesem und dem Anthrazit in das Uebergangsgebirge fort, erlangt ihre größte Mächtigkeit in den Steinkohlen, (die also nicht aus dem Pflanzenreiche stammen) und endet in den Braunkohlen. Zu ihr gehören auch die Erdharze. Aller Kohlenstoff stamme von der freien Kohlensäure. Diese mußte gleich von Anfang den neutralen kohlensauren Kalk bis zu einer gewissen Zeit aufgelöst erhalten, die Atmosphäre mit Sauerstoff versehen, und für die Steinkohlen und Organismen den Kohlenstoff liefern. Bei Zersetzung der Kohlensäure entstanden wahrscheinlich bituminöse Produkte mit starkem Wasserstoffgehalt, und humusartige, nebst Wasserstoff viel Sauerstoff enthaltend: durch Vereinigung beider wurden die verschiedenen Steinkohlen erzeugt. Zu den Braunkohlen möge das Pflanzenreich das Hauptmaterial geliefert haben. Nicht bloß aus organischen Körpern kann Humus gebildet werden: kohlenstoffhaltiges Eisen in Salzsäure aufgelöst, giebt nicht blos humusartige Substanz, sondern auch ein Oel, ganz vom Geruch des Bergöls. Viel Sauerstoff der Kohlensäure sei auch zur Bildung des Gypses verwendet worden. — Die Gänge seien Klüfte und Spalten, entstanden bei der Krystallisation, wo die festweichen Massen auf einen kleinern Raum zurück kamen; in sie drang die noch vorhandene amorphische Masse ein, und krystallisirte ungestört. Auf ähnliche Weise entstanden große Höhlen. In Folge des Zusammenziehens senkten und verschoben sich auch die Schichten. Während der Erdbildung drangen auch die Elektrometeore tief in die Erde ein, und brachten Wirkungen hervor, die man gerne dem unterirdischen Feuer zuschreiben möchte. F. glaubt, daß seine Theorie nicht, wie die vulkanische, den Gesetzen der Chemie widerspreche, und die schöne Ordnung und Gesetzmäßigkeit der Schöpfung zerrütte. Allgem. Zeit. Ausserord. Beil. 10 und 11 Sept. 1837. — Was letztern Grund betrifft, so

ist freilich zu berücksichtigen, daß Das, was uns als Zerstörung und Unordnung erscheint, im Gang der Natur oft nur eine Durchgangsstufe, und eine Bedingung höherer Entwicklung sei. Die Sündfluth, welche die Neptunisten vertheidigen, mußte ja eben so die Ordnung und Gesetzmäßigkeit der Schöpfung zerrütten. Abgesehen davon ist es gewiß sehr verdienstlich, daß Hr. Bergrath Fuchs dem viel zu sehr vernachläßigten Chemismus, der gewiß eine sehr große Rolle bei Bildung der Erde spielte, seine Rechte vindizirt. Es frägt sich aber, ob einige der wichtigsten Probleme, um welche sich der Streit seit langem hauptsächlich dreht, hiedurch gelöst werden können. Einmal schweigt Hr. F. über die nach unten unläugbar zunehmende Temperatur der Erde. Dann wird das Vorhandensein tropischer Organismen der Vorzeit in den Polargegenden nicht berührt. Wollte man dieses auch ohne Centralwärme mit H. F. bloß durch die bei der Krystallisation freiwerdende Wärme erklären (obschon organisches Leben neben so gewaltigen Prozessen kaum denkbar ist), wie sollten denn die Gebirge entstanden sein, mit ihren kühn aufstrebenden Gipfeln, mit der wilden Zerstörung, die sie so häufig darbieten, mit dem augenfälligen Durchbrechen und Emporheben ddr anerkannt neptunischen Schichten? Vielleicht werden diese Verhältnisse in der Abhandl. selbst ihre Würdigung finden, was in obigem Auszuge nicht geschehen ist. — Zu Jenen, welche die Bildung (der Oberfläche) der Erde ganz aus noch jetzt wirkenden Ursachen erklären, hiezu aber ungeheure Zeiträume fodern, gehören vorzüglich Lyell (Lehrb. d. Geol. übers. von Hartmann, 3ter Bd.) und v. Hoff, (Gesch. d. natürl. Veränd. d. Erdoberfl. 3ter Bd. S. 290 ff.). Eine Aufzählung der geologischen Systeme überhaupt findet man in Cuvier's Umwälz. d. Erdrinde Bd. 1. S. 40 ff., Lyell's Lehrb. d. Geol. Bd. 1. Kap. 2, 3, 4, Gehler's physik. Wörterb. neue Bearb. Bd. 4. S. 1238 ff., Keferstein, Naturgesch. d. Erdkörp. Bd. 2. S. 125 ff. Die Ursache der ausserordentlichen Abweichungen in diesen, wie in allen Systemen der Wissenschaft und des Lebens, rührt davon her, daß zufolge der menschlichen Beschränktheit nur immer ein Prinzip, eine Kraft, ein Moment einseitig hervorgehoben, durchgeführt, und ihnen alle andern untergeordnet oder gänzlich verneint werden, während in der Natur die verschiedensten, zum Theil gleichberechtigten Prinzipien durch und nebeneinander auftreten.

Man hat in neuester Zeit die Verwitterung des Granits beachtet, um hiedurch Schlüsse auf das Alter der granitischen Gesteine zu ziehen, und etwa im Verfolg dieser Untersuchungen Anhaltspunkte für Schlüsse auf das Alter der Erde selbst zu erhalten. In der Schlußsitzung v. 1836 d. franz. Akad. theilte

Becquerel eine hierauf bezügliche Notiz mit. Die Kathedrale von Limoges ist 400 Jahre alt, und aus in der Nähe anstehendem Granit gebaut. Aussen an der Wetterseite ist dessen Verwitterung mehr oder weniger bedeutend, und beträgt im Mittel etwa acht Millimeter. Im Steinbruch dagegen zeigt sich die Granitmasse 1 Met. 62 Millim. tief ausgewittert. Ist der Gang der Zersetzung der Zeit proportional, so hätte diese vor mehr als 50,000 Jahren begonnen. Ohne Zweifel ist aber die Granitwand anfangs viel schneller verwittert, als später, wo die obern überhängenden Theile die untern schützten, so daß eine noch längere Zeit herauskäme. (Vergl. Huot, Cours elem. de Geol. t. 1. p. 71 sq.) Henri Reboult (Geol. de la periode quaternaire, Par. 1834) geht so weit, zu behaupten, daß die engste Grenze der quaternären Zeiten nach den geologischen Monumenten wenigstens auf 40,000 Jahre gesetzt werden könne. Wir erinnern hier nur noch an die Jahrmillionen der indischen Mythologieen, an das übertrieben hohe Alter, welches man dem Thierkreis von Denderah (Tentyris), den Eisenbergwerken von Elba ꝛc. zugeschrieben hat, worüber man Cuvier's Untersuchungen (Umwälz. d. Erdr. übers. v. Nöggerath Bd. 1. S. 152 — 262) nachlesen kann. C. kommt, über das Alter der Erde nicht entscheidend, mit de Luc und Dolomieu zur allgemeinen Schlußfolge, daß die Oberfläche unserer Erde eine große und plötzliche Umwälzung erlitten habe, deren Epoche nicht viel über 5 — 6000 Jahre hinausreichen kann, und durch welche jener Theil des Festlandes, auf welchem vormals die Menschen und die jetzt bekanntesten Thiere wohnten, versunken und ganz verschwunden ist, der Boden des vorigen Meeres hingegen auf's Trockene gesetzt, und hiedurch das jetzige Festland gebildet wurde; daß seit dieser Revolution die wenigen ihr entgangenen Individuen auf dem neuen trockenen Lande sich verbreitet und vermehrt haben, und daß folglich erst nach ihr die menschlichen Gesellschaften sich wieder ausgebreitet, Staaten gegründet, Denkmale errichtet haben ꝛc. Aber die jetzt bewohnten Länder, welche durch die letzte Revolution auf's Trockene gesetzt wurden, waren schon vordem bewohnt, wenn auch nicht von Menschen, doch wenigstens von Landthieren; folglich hatte dieses Land mindestens bei einer vorgängigen Umwälzung schon unter Wasser gestanden, und wenn die verschiedenen Folgen von Thieren, deren Ueberreste man darin findet, zu einem Schlusse berechtigen, so hatte dasselbe vielleicht schon 2 — 3 Meeresirruptionen erlitten. — Littrow spricht sich für ein sehr hohes Alter der Erde aus, und führt als Beweise die Thierkreise von Esne und Denderah und die Paläste, Tempel und Ruinen auf, mit welchen Indien nach John Call vom Ganges bis zum Cap Comorin bedeckt ist; so wie

den in einem dieser Tempel gefundenen Thierkreis, der das Sommersolstitium im Sternbilde der Jungfrau zeigt, wo es vor 10,000 Jahren stand. Auch Humboldt fand auf den Felsen im Norden der Ruinen von Canur in Amerika, unter 7° n. B. Zeichnungen und Inschriften eines vor undenklichen Zeiten daselbst lebenden Volkes. Nordöstlich vom Baikalsee giebt es nach Pallas ähnliche, viele Meilen fortlaufende, mit Charakteren und Zeichnungen bedeckte Felsen. — Der ursprüngliche Stoß, welcher die Bewegung der Erde um die Sonne in der Ebene der Ekliptik erzeugt hat, muß nothwendig mit der Ekliptik selbst parallel und wegen der geringen Exzentrizität der Erdbahn nahe senkrecht auf die ursprüngliche Entfernung der Erde von der Sonne gewesen sein. Da jener Stoß aber auch die Rotation, welche in der Ebene des Aequators vor sich geht, erzeugt haben soll, so muß seine Richtung auch der Aequatorebene parallel gewesen sein. Bei ihrer Entstehung muß die Erde daher in einem ihrer 2 Solstitien, weil nur da die Ekliptik dem Aequator parallel liegt, und zugleich in einer ihrer zwei Apsiden gewesen sein, weil nur in diesen die Erdbahn auf der Entfernung von der Sonne senkrecht steht. Die Erde scheint daher in der Nähe eines der beiden Solstitien, und zu einer Zeit entstanden zu sein, wo mit diesen die Apsiden der Erdbahn zusammen fielen. Das Perihelium der Erdbahn fiel nun zusammen 3978 v. Ch. mit dem Frühlingspunkt (dieses würde ziemlich mit der mosaischen Tradition übereinstimmen), 9024 v. Ch. mit dem Wintersolstitium, 14,430 v. Ch. mit dem Herbstp. 19,656 v. Ch. mit dem Sommersolst. ꝛc. (Wund. d. Himm. 2 Aufl. S. 604)

Einige haben, um das Vorkommen **tropischer Organismen** um den **Nordpol** zu erklären, auch eine Verrückung der Lage der Erdaxe auf die Bahnebene, also eine **Aenderung der Ekliptik** angenommen, wogegen sich indeß, weil es gegen das Gravitationsgesetz streitet, schon Laplace ausgesprochen hat. Man findet foßile Elephanten- oder Mammuthsknochen in ungeheurer Menge im Eise Sibiriens, Novaja Semlias, der Eschscholzbai an der NW. Amerikas, öfter noch mit Fleisch- und Hautlappen. 1771 wurde ein ganzes Rhinoceros mit Haut, Fleisch und Haaren am Willujiflusse gefunden, später ein Elephant am Ufer des Alaseia mit langen Haaren; 1799 ein anderer an der Lena, sehr gut erhalten, von Adams nach Petersburg gesendet. (Cuvier-Nöggerath Bd. 2. S. 3 ff.) Unseren Aequatorialpflanzen ähnliche fand man neuerlich in den Steinkohlenlagern an der Baffinsbai und in Canada. (l'Institut 1835 p. 14 sq.) — Sind die Pole, in Folge allmäliger **Erkaltung der Erde** mit Eis bedeckt, so muß doch diese sehr langsam fortschreiten, indem man

seit Hipparchs Zeiten, keine Verkürzung der Tageslänge beobachtet hat. Da ein erwärmer Körper an Volum zunimmt, so mußte die Erde bei viel höherer Temperatur nothwendig einen größern Raum einnehmen, und sich langsamer um ihre Axe bewegen, weil dieselbe Kraft z. B. ein größeres Rad langsamer als ein kleineres zu bewegen vermag. Mit der Erkaltung mußte sie kleiner werden, und sich schneller drehen. Würde die Temperatur der Erde seit 2000 Jahren nur um $1/_{100}$ °R. abgenommen haben, so müßte die Tageslänge um $1/_{100}$ Sekunde kürzer geworden sein, was nicht der Fall ist. Nach Fourier beträgt der Beitrag, den das Centralfeuer zur Temperatur der Erdoberfläche liefert, gegenwärtig nur $1/_{30}$ °R.; so daß jene fast ganz als Resultat der Sonnenwärme erscheint, und eine weitere Erkaltung der Erdoberfläche von jener Seite aus nicht möglich wäre. v. Humboldt hat bei seiner letzten asiatischen Reise die Entdeckung gemacht, daß der Königstieger noch heute bis in die Kirgisensteppe vordringt, während des sibirischen Sommers bisweilen Streifzüge noch 100 Lieues weiter nordwärts macht, und daß der schöne Irbispanther von Kaschgar bis zur Mittellena lebt. Walchner (Geognosie, S. 1012) meint nun, es könne kaum bezweifelt werden, daß die erwähnten dickhaarigen Pachydermen meist in nördlichen Gegenden heimisch waren, im Sommer an den Willuji und gegen die untere Lena vorrückten, und hier bei einer der letzten Erdrevolutionen, z. B. bei Erhebung einer sehr jungen Gebirgskette, wie des Ural, getödtet wurden. Ihre Kadaver kamen durch Erschütterungen und Spaltungen in mächtige, stets gefrorene Erdschichten, wo sie mit allen Weichtheilen Jahrhunderte lang erhalten wurden. Mit Cuvier eine plötzl. Erkältung der Erdrinde anzunehmen, sei nicht nothwendig. (S. 1010.)

Gruithuisen spricht sich durchaus gegen ein Centralfeuer, und die vulkanistische Theorie der Erhebung der Gebirgsketten aus. Eine Anfangs glühende Erde hätte kein Meer haben können, in welchem die Mineralsubstanzen aufgelöst gewesen wären, denn der Wasserdampf dehne sich in den Himmelsraum ohne Ende aus, verliere sich in diesem, und es bleibe bei der Erde nur so viel dampfförmiges Wasser, als sie bei einer bestimmten Temperatur, seinem Gewichte gemäß, bei sich zu behalten vermag. Auch fragt er, ob eine so geringe Abplattung einer glühenden, fließenden und nachher erkaltenden Erde, und die Hochländer und tiefen Meeresbecken möglich gewesen wären, und wie sich mit der ungeheuern Gluth die große Dichtigkeit des Erdkerns vertrage? (Anal. Hft. 4. S. 21 ff.) Hebungen ganzer Gebirgszüge bis auf 12,000' und mehr vertrügen sich nicht mit der Physik und Chemie, obwohl dergleichen in niedrigen Gegenden nicht zu läugnen wären. (Neue

Annal. Hft. 1. S. 20 ff.) — Die meisten neuern Geologen nehmen nach Leop. v. Buch ꝛc. an, daß die Erhebung der Gebirge mit der Erkaltung der Erde zusammenhänge. Ungeheure Spalten hätten die äussere erkaltete Kruste durchsetzt, durch diese heraus stiegen die glühenden Massen, welche die festen Ränder aufgerichtet, verändert, zerrissen, bisweilen zu rauhen Kämmen erhoben haben. Die Richtung der gehobenen Schichten sei auch die Richtung der Spalten. Den Umstand, daß weiter von einem Gebirge entfernt, die rücksichtlich ihres relativen Alters bekannten neptunischen Straten horizontal liegen, in seiner Nähe aber sich aufrichten, an die Abhänge anlehnen, und aufgerichtet öfters bis zur Höhe des Gebirges ansteigen, hat Elie de Beaumont zur Bestimmung der relativen Zeitfolge der Erhebungen selbst benützt. Nach ihm sind die verschiedenen Gebirgssysteme durch von einander unabhängige Erscheinungen hervorgebracht, und alle Hebungen gleichen Alters befolgten die gleiche Richtung. Er hat nach diesen Grundsätzen in Europa bis jetzt 12 Gebirgssysteme bestimmt, welche von den ältesten angefangen, so aufeinander folgen: 1) System von Westmoreland und vom Hundsrück. 2) S. der Belchen (in den Vogesen), und der Hügel im Bocage (Calvados). 3) S. v. Nordengland. 4) S. der Niederlande und von Südwales. 5) S. des Rheins. 6) S. des Böhmerwaldes, Thüringerwaldes und des Morvan. 7) S. des Erzgebirges, der Côte d'or und des Pilas. 8) S. des Mont Viso. 9) S. der Pyrenäen und Apenninen. 10) S. von Corsika und Sardinien. 11) S. der westlichen Alpen. 12) S. der Hauptkette der Alpen, von Wallis bis Oesterreich. Die Hauptalpenkette streicht zwischen O. gen W. und ONO. gegen WSW.; gleiche Richtung haben die Kette der Balearen, die Sierra Morena, der Atlas, Gebirge Candiens, Kleinasiens, der Kaukasus, Himalaya. Die Alleghanys und Ghats haben die Richtung der Pyrenäen. Die Richtung der Westalpen von Marseille bis Zürich ist parallel einem größten Kreise durch das Nordcap bis zum Cabo blanco in Marokko; mit dieser Richtung, der allgemeinen Küstenrichtung des alten Kontinents fallen das Gebirge von Norwegen und die brasilischen Kordilleren zusammen. Die Andeskette und der Ural sind wahrscheinlicher noch jünger als das 12te System. — Auch jetzt kennt man noch Hebungen und Senkungen ganzer Länder, welche jedoch äusserst langsam und ruhig erfolgen. So beobachtet man seit Celsius, daß die skandinavische Halbinsel in einer langsamen Erhebung begriffen ist. Man findet dort Bänke jetzt noch im Nordmeere lebender Konchylien in Höhen von 10 — 200', oft 50 engl. M. tief im Lande. Diese Erscheinung läßt sich nur durch Erhebung des Landes erklären, da sich das Niveau des Oceans

nicht verändert haben kann, indem dieses an den verschiedensten Punkten bemerkbar wäre. Lyell, welcher diese Verhältnisse neuerlich untersucht hat, nimmt an, daß sich Schweden und Norwegen in 100 Jahren um 2—3′ erheben; Andere setzen 4′. (l'Inst. 1835 p. 56.) Nach der Mittheilung eines Lieut. Freyer an Lyell 1835 deuten gewisse Erscheinungen an der Westküste Südamerikas auf Erhebung. Um Arica, der Insel San Lorenzo in der Bai von Callao und Valparaiso, finden sich zahlreiche Schalen noch jetzt daselbst lebender Mollusken, zum Theil 50′ und mehr über dem Niveau des Meeres. Caldcleugh, der in der Sitzung der Royal Society 26. Nov. 1835 über das furchtbare, Chili verwüstende Erdbeben vom 20. Febr. 1835 berichtete, führt an, daß nach demselben die Insel St. Maria in der Bai von Conception um 10′, das Land um 3′ höher geworden sei. Nach Alisons Mittheilung in der Geol. Soc. v. London finden sich bei Valparaiso Bänke jetziger Seekonchylien 1400′ über d. Meere. Ein Fels in der Bai, über den man 1817 mit Kähnen fuhr, ist jetzt, die Zeit der höchsten Fluth ausgenommen, trocken. — Auch diese Erhebungen betrachtet man als Folge der allmäligen Erkaltung der Erdkruste, die Zusammenziehung und Druck verursacht, und die Oberfläche an den Punkten erhebt, wo sie am wenigsten Widerstand findet. — Ein Theil der Westküste von Grönland hingegen sinkt. Arktander bemerkte schon zwischen 1777 — 79 in der Meerenge Igalliko 60° 43′ n. B. eine kleine, niedere Felseninsel, einen Kanonenschuß vom Ufer, welche bei den höchsten Fluthen fast ganz unter Wasser stand, obwohl sie die Ruinen eines Hauses trug. Doktor Pingel von Kopenhagen fand ½ Jahrhundert später die Insel ganz unter Wasser, nur die Mauern noch hervorragend. Die Kolonie Julianahaab wurde 1796 am Eingang der Meerenge gegründet, und heute sieht man beim sogenannten Schloßfelsen nur bei der tiefsten Ebbe noch die Grundmauern eines Magazins. Um die Kolonie Frederikshaab 62° n. B. lebten sonst Grönländer; von ihren Häusern sind nur noch Steinhaufen übrig, über welche das Meer bei hoher Fluth geht. Beim wohlbekannten Gletscher, der den Distrikt Frederikshaab von jenem von Fiskenaß trennt, liegen die nun verlassenen Inseln Fulluartalik; an ihrem Ufer sieht man noch oft von den Wogen bedeckte Winterwohnungen. ½ Meile westlich vom Dorfe Fiskenaß gründeten die mährischen Brüder 1758 Lichtenfeld; in 30 oder 40 Jahren mußten sie 1 oder 2 mal ihre Anländeplätze weiter zurück verlegen. Nordöstlich von der Mutterkolonie Godthaab, 61° 10′ n. B. ist die vom heiligen Egede benannte Spitze Vildmannsnaß. Zu seiner Zeit 1721—36 war sie von mehreren Familien bewohnt, deren verfallene Häuser nun von den Wellen bedeckt sind. Dr. Pingel, der 1835 diese

Thatsachen der Geol. Soc. v. London mittheilte, hat alle genannten Punkte selbst besucht. Nach Aussage eines Eingebornen gewahrt man zu Nepparsok, 45 engl. M. nördlich von Nysukkertop, 65° 20′ n. B. bei niederm Meer die Ruinen eines dänischen Hauses. Dr. P. glaubt, daß das Sinken sich mindestens bis in die Bai von Disco, etwa 69° n. B. erstrecke. (l'Inst. 1836. p. 36.) — Die Hebungen von Ländern und Gebirgen sind gewissermaßen ein Ersatz für die Zerstörung des Festlandes durch die atmosphärischen Wasser, welche stets die vorragenden Spitzen angreifen, zerstören und Gleichheit im Niveau des Landes herbei zu führen suchen. Zum Ganzen des Erdkörpers haben übrigens auch die höchsten Berge nur ein sehr geringes Verhältniß. Auf einem Erdglobus von 10′ Durchm. würde der Montblanc nur ½‴, der Chimboraco ⅔‴, der Dhawalagiri ⅝‴ hoch sein.

Die **Bildung der Thäler** darf jetzt nicht mehr als das einseitige Resultat von Strömungen und Auswaschungen gelten. Es giebt überhaupt verschiedene Arten von Thälern: **oceanische**, noch vor Erhebung der Kontinente auf dem Meeresboden gebildet (nach Sedgwick z. B. der große caledonische Kanal); **Auswaschungsth.**, durch lang fortgesetzte Auswaschung der noch jetzt vorhandenen Flüsse gebildet; (tiefe, schluchtige Thäler in den höhern Gegenden der Auvergne). **Entblößungsth.** sind theils von einer einzigen starken Fluth des sich zurückziehenden Wassers während einer Erhebung (viele Kreidethäler in England), theils durch wiederholte Strömungen bis auf die festen Gesteine ausgespült. Viele **Längenthäler** des Jura und der Alpen sind nur durch Erhebung der Schichten entstanden; andere sind nur Spalten, **Spaltenth.** (Sarenth., Eisackth.) Bei den **Ring-** oder **Erhebungsth.** senken sich aus der Mitte einer Kesselumgebung die Schichten nach allen Richtungen auswärts, wie bei Erhebungskratern. (Th. von Kingsclere, Ham und Pewsey in der engl. Kreideformation; von Driburg; Pyrmont.) Die Kesselländer, wie Böhmen und die große asiatische Erdsenkung erinnern an die Ringgebirge des Mondes.

Die Veränderungen, welche die **sekundäre Organisation** der Erde erlitten hat, werden ihre Betrachtungen am betreffenden Orte, nämlich im 7ten und 8ten Buch finden. Huot hat hievon einen Eintheilungsgrund für sein System der neptunischen Straten hergenommen, indem er für ihre Bildung fünf Epochen aufstellt: eine der Trilobiten, die zweite der Megalosaurier, die dritte der Paläotherien, die vierte der Elephanten, die fünfte des Menschen. (l. c. Tabelle zu S. 304.)

Wir kommen zu jener merkwürdigen **großen Fluth**, von welcher die Traditionen sehr vieler Völker sprechen. Die ganze

jetzige Gestalt des Festlandes wäre nach Jenen, welche sie annehmen, deren Resultat; nach ihr habe sich das Klima bedeutend verändert, und die jetzigen Flüsse hätten ihren Lauf begonnen. Die schönste und klarste Darstellung der Sündfluth (nach Einigen besser Sinfluth, vom altdeutschen Sinfluot, d. h. große Fluth), welche nach der hebr. Chronologie im Jahr der Welt 1656, 2327 v. Ch. nach Petav, 3547 nach Joh. v. Müller eingetreten ist, hat bekanntlich Moses in den heiligen Schriften des alten Testaments gegeben. Indische Schilderungen findet man in F. Bopp's „Die Sündfluth, nebst drei andern der wichtigsten Episoden des Mahâ Bhârata." A. d. Ursprache übers. Berlin, 1829. 8. und hieraus in Cuvier-Nöggerath Bd. 2. S. 219. Der Noah der heil. Schrift heißt bei den Indiern Menu oder Nuh, seine Söhne Sem, Cham und Japhet, Scherma, Chama, Jyapeti. Eine andere indische Schilderung nennt die Hauptperson Satjawratas. In der Gesch. des Xisuthrus bei den Chaldäern, des Deukalion und Ogyges bei den Griechen, treten wieder die Hauptzüge der Noachischen unverkennbar hervor; auch in den Sagen der Aegypter, Perser und Chinesen ist nicht alle Verwandschaft verschwunden; sogar bei den Mexikanern wiederholt sich der Noah der Bibel als Coxcox nnd Teocipaktli, bei den Cubanesen als ein von der Taube (oder dem Kolibri) und dem Raben begleiteter Greis. — De Luc vertheidigt die allgemeine Fluth; eben so Buckland in den Reliquiis diluvianis; Cuvier spricht sich entschieden für sie aus, und hält die verschiedenen traditionellen Fluthen für zusammenfallend mit der Noachischen (i. a. W. Bd. 1. S. 159 ff.); Schubert vertheidigt sie gleichfalls (Gesch. d. Nat. Bd. 1. S. 551 ff.), eben so Keferstein (i. a. W. B. 2. S. 76 ff.) Gegen die Sündfluth als allgem. die ganze Erde treffende Katastrophe haben sich Gatterer, Cramer, Link, Lyell, v. Hoff, Nöggerath u. A. erklärt. Nach ihnen weisen die geognostischen Thatsachen wohl auf ein abwechselndes Steigen und Sinken der Gewässer, nicht aber auf gewaltsame Umwälzung, oder plötzliche und universelle Einbrüche der Meere hin; die traditionellen Fluthen seien lokal gewesen; die Wirkungen beim Ausbruch eingeschlossener Seen ständen mit den, in den Ueberlieferungen der Völker erwähnten Verwüstungen nicht ausser Verhältniß. (Cuvier-Nöggerath Bd. 2. S. 191 ff.; v. Hoff i. a. W. Bd. 3. S. 165 ff.; Lyell, Geol. B. 1. Kap. 10—17.) — Man hat für die allgem. Fluth verschiedene Ursachen angegeben: Veränderung der Erdaxe, wodurch die Meere aus ihrem Gleichgewicht traten, und sich über die Länder ergossen; eine früher vorhandene, viel größere Wassermasse, die auch größere Ueberschwemmungen verursachen konnte, und sich später in das Erdinnere oder den Weltraum verlor; (nach Whiston) einen Kometen,

welcher sich der Erde sehr näherte, und gewaltige Wasserströme auf sie schüttete; (nach de Luc) Einsinken eines großen Festlandes (wie dieses die Alten von ihrer Atlantis behaupteten) und Erhebung eines andern (z. B. Amerikas); (nach Schubert) Entbindung eines Theiles des Wassers, welches mit dem Eisen, aus dem der Erdkern bestände, zu Oxydhydrat verbunden wäre; (nach Parrot) Hervortreibung der in den Höhlen des Erdkörpers enthaltenen großen Wassermassen durch Gase oder gesteigerte Wärme ꝛc. — Pictet und der jüngere de Luc glauben aus der geringen Ausdehnung des Alluviums in Seen und im Meere beweisen zu können, daß die jetzigen Flüsse ihren Lauf vor nicht mehr als 4000 Jahren begonnen haben.

Ab- oder Zunahme des Meeres. Cuvier sowohl (i. a. W. Bd. 1. S. 34. Bd. 2. S. 111) als v. Hoff (in s. oft angef. klaß. W. Bd. 1. S. 474, Bd. 3. S. 316) erklären nach sorgfältiger Prüfung aller Thatsachen, daß das Meeresniveau beständig sei, und daß sich weder eine allgemeine Abnahme, noch ein allgemeines Steigen des M. seit der geschichtlichen Zeit erweisen lasse. Die Schriftsteller, welche das Eine oder Andere behaupten, widersprechen sich auch sehr im anzunehmenden Maßstabe: so daß Maillet ein Fallen des M. in 1000 Jahren um 1½ franz. Elle, Celsius um 22½ schwed. Ellen, Manfredi ein Steigen des Spiegels in der gleichen Zeit um ¾ Ellen, Hartsoeker um 5 Ellen annimmt. v. Hoff glaubt übrigens, daß durch die Einschwemmungen und das organische Leben, namentlich durch die Rinden-, Knochen-, Schal- und Korallenthiere ein Vorrücken der Küsten und eine Erhöhung des Meeresbodens nothwendig erfolgen müsse, und wundert sich darüber, daß trotz dieser richtigen Theorie die Erfahrung doch kein Steigen des Meeresniveau's nachweise. Wir möchten aber fragen, ob auf Erhöhungen durch solche Prozesse bei der Entscheidung der Frage im Allgemeinen ein großes Gewicht zu legen sei? Was besonders das organische Leben betrifft, so werden ja alle Stoffe für die Korallenbänke und Molluskenschalen aus dem Meere selbst genommen. Offenbar findet nur ein steter Formenwechsel statt, wobei der im Meerwasser chemisch oder mechanisch enthaltene kohlensaure und phosphorsaure Kalk hier in feste Bildungen übergeht, an andern Stellen in diesen wieder zerbrochen, zu Staub zerrieben und aufgelöst wird, um nach dem amorphen Zustand abermal zu konkreten Gestalten verwendet zu werden. Wie sollte hiedurch ein Steigen erfolgen? Etwas Anderes ist es freilich mit den festen Bestandtheilen, welche dem M. durch die Flüsse zugeführt werden. Als wenigstens theilweise Kompensation hiefür sind aber die Dünen zu betrachten, welche das Meer an so vielen Punkten auf dem Lande aufwirft,

die Gesteinbänke, die es bei Messina und anderwärts bildet, die Inkrustationen, welche man an Neuhollands Küste beobachtet; durch die Stürme werden zugleich mit dem Meerwasser auch seine Salze und übrigen festen Bestandtheile oft weit ins Land geführt; nicht unbedeutende Massen von Konchylien werden zu Kalk gebrannt. Wir sehen auch hier wieder nur einen Stoffwechsel, einen Austausch zwischen Meer und Land. Sollte aber selbst das Meer noch in geringem Vortheil bleiben, so bedenke man, daß (vergl. S. 335) die Flüsse dem M. jährlich nur 75 Kubikmeilen Wasser zuführen, sein leeres Becken daher, die Verdunstung abgerechnet, erst in 40,000 Jahren anfüllen würden, und daß sich in diesem Wasser höchstens 1 Proz., also eine ¾ □ ^{2}M. fester Bestandtheile befindet, und man sieht wohl, daß selbst ohne alle vorher angeführten Abgänge zu rechnen, viele Jahrtausende verfließen können, ehe die geringste allgemeine Erhöhung des Meeresniveaus merkbar wird. — Oertliche Anschwemmungen, Deltabildungen ꝛc. werden durch Zerstörungen kompensirt, welche das Meer anderwärts auf das Land ausübt; anscheinendes Steigen und Sinken in manchen Gegenden entsteht durch Hebungen und Senkungen des Landes. Beispiele hiefür wurden bereits oben angeführt. Nach Robert Stevenson soll das Niveau der Nordsee und der Kanal, nach Fortis das adriatische Meer sich an einigen Orten erhöht haben: Erscheinungen, welche vorzüglich auf Senkung der angrenzenden Länder beruhen. Merkwürdige Verhältnisse bietet der ehemals prachtvolle Serapistempel von Pozzuoli dar, 1½ Stunde vom Montenuvo, ⅓ von der Solfatare des Vesuvs entlegen. Unter seinen Trümmern stehen noch drei Marmorsäulen senkrecht auf der ursprünglichen Baustelle. Ihr unterer Theil, von dem 15′ über der Meeresfläche gelegenen Boden an bis zu 12′ Höhe, ist völlig unbeschädigt; sodann sind sie aber 5′ weiter hinauf ringsum von Bohrmuscheln (Mytilus lithophagus) bis zu 4″ Tiefe zerfressen; höher hinauf wieder frei. V. Goethe deutet diese Verhältnisse so, daß im Mittelalter durch vulkan. Asche und sonstigen feurigen Auswurf hier das Becken zu einem Teiche gebildet worden sei, in dessen Mitte die großen Säulen des Portikus standen, und selbst auf 12′ Höhe in vulkan. Auswurf vergraben waren. Der etwa 5′ hohe, die Säulen des Portikus bespühlende Teich sei durch einen Bach gebildet worden, welcher zur Reinigung durch den Tempel geführt, stockte; in ihm entstanden die Bohrmuscheln und fraßen die Marmorsäulen ringsum im Niveau des Wassers an. Bohrmuscheln, deren Wirkung man hier mehr als 30′ über dem Meeresspiegel findet, müßten nach v. G. auch im süßen oder durch vulk. Asche angesalzenen Wasser entstehen und leben können, was nach vielfachen ähnlichen Erfahrungen aller-

dings nicht zu läugnen ist. — Früher erklärte man die Erscheinungen des Serapistempels durch abwechselnde Senkung und Hebung des Bodens. (Vergl. Cuvier-Nöggerath Bd. 1. S. 35. Bd. 2. S. 127 ff. Lyell Geol. Bd. 1. Titelk.) — Gruithuisen bemüht sich, eine Verminderung der Wassermenge auf unserer Erde zu erweisen. Die Atmosphäre der Erde könne von jener der Sonne, die nach Valz und Enke sich über das ganze Sonnensystem erstrecke (?), keinen Zuwachs von Wasser erhalten. An den Erdpolen ströme aber stets trockene Luft aus der Sonnenatmosph. ein, um den Aequator herum ströme von der feuchten Erdenluft eben so viel aus, und werde immer wieder aus den Gewässern ersetzt; die Erde müsse daher nothwendig eine unbestimmbare Quantität Wasser verlieren, und sonach ihre Wassermenge allmälig abnehmen. Hinsichtlich der von G. für diese Annahmen angeführten Gründe müssen wir auf s. Neuen Annal. Hft. 1. S. 31 ff. verweisen.

Was die erfahrungsmäßigen, noch gegenwärtig fortdauernden Veränderungen der Erde betrifft, so sind sie sehr verschiedener Art. Die Gewalt, welche die Landgewässer auf die Erdoberfläche ausüben, wird, wie Brongniart (Diction. du scienc. natur. t. XIX, p. 49 — 62) nachweist, häufig viel zu groß angesehen. Der Einfluß der Bergwasser kann sich begreiflicherweise nur auf kleine Flächen erstrecken; sie können nur kurze und enge Schluchten hervorbringen, und unterwärts Felsmassen und Gerölle anhäufen. Große, schnellbewegte Wassermassen haben eine bedeutende fortschaffende Gewalt, wie sich bei Deich- und Seebrüchen zeigt. Als 1818 mittelst Aufstauung der Dranse durch Gletschermassen im Bagnethal im Wallis ein See von 29,000,000 Kubikmeter entstand, von welchem ⅔ nach Zersprengung des Eisdammes, mit einer Anfangsschnelligkeit von 33′ in der Sekunde in's Thal stürzten, wurden Bäume, Häuser, Massen Landes und schon losgelöste Felsen mit ungeheurer Kraft in den Rhone und sein Thal geschwemmt. Die Bildung der unzähligen großen und langen Thäler der Erdoberfläche konnte aber nie durch die jetzigen Gewässer geschehen. Was die Flüsse und Ströme betrifft, so waren sie nach Brongniart nicht im Stande, jene tiefen Kanäle auszuhöhlen, in welchen sie jetzt fließen, wenn man ihnen auch eine 10mal größere Wassermasse gäbe; obwohl sie Wasserfälle durch Ausspülung der Felsen, Anhäufung von Gerölle unterhalb erniedrigen können, wie man namentlich am Niagarafall bemerkt, der durch Ausfressen der Felsen, über die er herabstürzt, seit der Ankunft der Europäer schon über 12,000 Meter zurück gegen den Eriesee geschritten ist. Auch die Seebecken sind keineswegs durch die Flüsse ausgehöhlt. De Luc, Dolomieu, Ramond und Brongniart sind

darinn einverstanden, daß auch die Wasserströmungen, welche im Grunde der Thäler mit reissender Gewalt an die Felsenwände schlagen, gar keine Veränderung im festen Gestein, das nicht weichere Theile einschließt, oder durch Frost, Witterung, Säuren angegriffen ist, hervorbringen; eben so wenig die großen Ströme, welche öfters durch Felsenwände auf's äusserste eingeengt werden. Nur mit Hülfe von Steinen, Blöcken rc. vermögen Gewässer feste Felsenwände abzureiben und Furchen in sie zu graben. Die großen Ströme haben wegen ihrer langsamen Bewegung, doch nur geringe fortschaffende Kraft, und vermögen auch kleine Geschiebe nicht mehr wegzuführen. Sie wühlen also nicht ihr Bett aus, sondern erhöhen es vielmehr. Die gewaltigste Bewegungskraft unter den heutigen Gewässern hat das Meer, indem es die stärksten Dämme zerstört, und ungeheure Steinmassen mit fortreißt. Ihre Oberfläche anzugreifen vermag es aber auch nur, wenn es Sand oder Geschiebe führt; im entgegengesetzten Falle erzeugen sich, auch an stets von den Fluthen gepeitschten Stellen zarte Wassergewächse. Für sich allein vermag auch das M. nur Thon- und Kalkmergel, Kreideufer, oder zwar feste, aber doch zerklüftete oder verwitterte Gesteine zu zerstören. Die Meeresströme vermögen eben so wenig die Felsen auszufurchen, als die Ströme des Landes. Weit entfernt, daß die heutigen Wasser also im Stande gewesen wären, Thäler zu bilden, beschränkt sich ihre Wirkung vielmehr darauf, sie auszufüllen, die Oberfläche der Erde gleich zu machen, Anschwemmungen, Ablagerungen aus den verschiedensten Stoffen an den Ufern und der Mündung zu bilden. (Cuvier-Nöggerath Bd. 2. S. 48—72. S. 76.) — Die Atmosphäre arbeitet den Gewässern in der Zerstörung der Erdfeste vor. Die Hydrometeore peitschen vom Sturme getrieben die nackten Felsenwände, dringen in die Ritzen ein, und werden in der Zerstörnng durch den Frost unterstützt, der das eingeschlossene Wasser gefrieren macht, und dadurch die Gesteine zersprengt, so wie durch die Pflanzenwelt, welche ihre Wurzeln in die Spalten des Gesteins treibt. Abwechselnd der Kälte und Hitze, der Feuchtigkeit und Trockenheit ausgesetzt, verwittern im Lauf der Jahrtausende endlich die härtesten Gesteine. So erscheinen Meer, Luft und Süßwässer gegen die Erdfeste verbündet; sie arbeiten daran zu nivelliren, was die unterirdische Kraft über die Fläche erhoben hat.

Dünen bilden sich durch Aufhäufungen des Sandes an flachen Meeresküsten, unter Beihülfe des Windes. Sie sind häufig an den französischen, holländischen und deutschen Küsten; stellen manchmal Hügelreihen dar, die bis auf 600′ Höhe erreichen, und kleine Thäler einschließen, in welchen sich Pfützen von Regen-

wasser durch die von den Hügeln kommenden kleinen Bäche bilden. In diesen Pfützen oder kleinen Seen entsteht öfter Torf. Wenn kein Hinderniß im Wege steht, dringen die Dünen in der Richtung des herrschenden Seewindes stets tiefer in das Land hinein, Wald und Feld, Dörfer und Städte verheerend und bedeckend, wie z. in der Gascogne, manchen Gegenden Schottlands. Nur die Fixirung des Sandes durch Bepflanzung (vorzügl. mit Arundo arenaria) und nachmaliger Kultur vermag diesem drohenden Vorschreiten Einhalt zu thun. Die Sahara (mit der lybischen Wüste, welche ostwärts und westwärts mit ihren Sandwogen vordringt, hat bereits viele Dörfer und alten Städte Aegyptens bedeckt, und nur an der am linken Nilufer sich erhebenden lybischen Kette eine Schranke gefunden. Westwärts gegen den atlantischen Ocean bilden sich aus den von Meer und Winden zurückgeworfenem Sand ausgedehnte Dünen. Merkwürdig ist das eigenthümliche Tönen des Sandes von Nakuhs am Sinai. Es soll anfangs dem Tone einer Aeolsharfe, dann dem eines Hohlkreisels ähnlich sein, und zuletzt so stark und laut werden, daß die Erde bebt. Seetzen und Ehrenberg erklären es durch das Herabrollen von Sandmassen; es möchte sich daher, wie wir glauben, am ehesten mit dem Lawinendonner der Schweizeralpen vergleichen lassen. — Von den festen Meeresgebilden, die aus dem durch einen Kitt verbundenen Sand an manchen Küsten entstehen, war bereits S. 402 die Rede. — Der Torf, welcher hauptsächlich aus Humussäure (Moder) und der Holzfaser abgestorbener Pflanzen besteht, und häufig vegetabilische und animalische Reste der quaternären oder jetzigen Bildungen, Werke der Menschenhand, nebst mehreren Mineralien einschließt, erzeugt sich fortwährend, wie z. B. an dem der Stadt Hannover gehörigen Theile des Alt-Warmbrüchermoores mit Bestimmtheit beobachtet wurde. Daselbst hat sich ein abgestochener Torfgrund binnen 30 Jahren mit neuer 4—5′ hoher Torfmasse bedeckt. Die irländischen Torfmoore erheben sich bisweilen durch innere Gährung über die Umgegend, oder es sammeln sich unter ihnen Wassermassen an, die sie untergraben, lüpfen, und öfters Alles durch einander werfen. Auch der Raseneisenstein, der in Bänken, Knauern, Schalen, Körnern in Torfmooren, und auf dem Grunde vieler Seen vorkommt, bildet sich, obwohl langsam fort.

Durch die vulkanischen Ausbrüche und Erdbeben wird ebenfalls die Erdoberfläche fortwährend, jedoch nur an einzelnen Punkten verändert. Der Boden wird durch letztere erhoben und gesenkt, oder zerreißt in oft weite, tiefe und lange Spalten; Gewässer werden im Laufe gehemmt, oder zur Aenderung ihrer Richtung gezwungen; es entstehen neue Seen; durch Anhäufung

vulkan. Auswurfsmassen bilden sich Hügel und Berge, es erheben sich neue Inseln aus dem Meere und Lavaströme verbreiten sich über größere und kleinere Strecken. Alle diese Wirkungen sind aber nur gering im Verhältniß zu jenen der außerordentlichen Kräfte, welche die Berge erhoben, die Thäler gebildet und der ganzen Erdoberfläche ihre dermalige Gestalt gegeben haben. — **Erdbrände** entstehen, wenn schwefelkieshaltige Stein- und Braunkohlenflötze unter Zutritt der Luft in Entzündung gerathen. Diese erfolgt meistens von selbst, und sie brennen dann lange fort. Der so gefürchtete Grubenbrand der Steinkohlenflötze hat zur wahren Ursache die Zersetzung des in ihnen nie fehlenden Schwefelkieses. Diese erfolgt unter Einfluß von Luft und atmosphärischer Feuchtigkeit, durch welche sich der Schwefelkies in schwefelsaures Eisenoxydul verwandelt; die Kohlenflötze erwärmen sich hiebei sehr, dünsten stark aus, und gerathen besonders in den untern Schichten oft in Brand. Unverritzte Kohlenflötze kommen höchst selten in Brand; abgebaute aber leicht unter den angegebenen Umständen. Der Grubenbrand nimmt allmälig an Stärke zu, und vereitelt oft alle Geschicklichkeit und Ausdauer des Bergmanns. Die bei diesen Bränden erzeugten Produkte, (gebrannte Sandsteine, Schiefer, verschlackte Mergel rc.) führen leicht zur Ueberzeugung, daß die vulkan. Erscheinungen nicht auf Steinkohlenbränden beruhen können, bei welchen niemals Lava erzeugt wird. Ein schönes Beispiel eines Erdbrandes ist der sog. **brennende Berg**, bei Duttweiler. Aus Alaunschiefer mit einzelnen Kohlentrümmern bestehend, ruht er auf Kohlenflötzen, von welchen sich vor etwa 125 Jahren eines freiwillig entzündete, nach andern Angaben schon vor 175 Jahren durch ein Hirtenfeuer entzündet wurde. Dieser Brand dauert im Innern des Berges hie und da noch jetzt fort. Aus den Spalten strömen heiße Dämpfe, schwefelige Säure aus; in ihnen setzen sich Schwefel, Salmiak, Alaun ab; unter der Oberfläche hört man beständig ein dumpfes Brausen. Im Winter sind die erhitzten Punkte schneefrei und schön grün; im Sommer stirbt auf ihnen die Vegetation ab. Bei Planitz, unweit Zwickau, findet man die mannigfachsten Produkte eines Steinkohlenbrandes beisammen. Die Erdbrände bei Teplitz und Bilin in Böhmen, zu Epterode unweit Cassel, auf dem Westerwalde, sind durch Selbstentzündung von Braunkohlen bewirkt. Aber auch kiesreiche bituminöse Schiefer der jurassischen Bildungen und des Lias können sich selbst entzünden, wofür Gegenden bei Boll in Würtemberg, bei Hildesheim, bei Lyme in Dorsetshire, bei Charmouth rc. Beispiele geben. — **Bergstürze, Erdfälle, Felsenbrüche** entstehen durch eindringende Gewässer, welche untere Gesteins- und Erdmassen untergraben, ausspülen, und

endlich die obenliegenden herabstürzen machen. Bei Erdfällen senkt sich der Boden mehr vertikal, so daß an der Oberfläche (meist trichterförmige) Vertiefungen entstehen. Bergstürze ereignen sich häufig im südwestl. Theil der Dauphiné, durch die dortigen geognostischen Verhältnisse begünstigt. Bei einem Sturz vom Ruffiberg im Kanton Schwyz 1353 wurde das Dorf Röthen größtentheils zerstört. Im Juli 1795 ergoß sich an der Westseite des Rigi ein ¼ Stunde breiter, viele Klafter mächtiger Schlammstrom, aus der aufgeweichten rothen Sandsteinschichte gebildet, sehr langsam in den Vierwaldstättersee. Furchtbar war der Bergsturz am 2. September 1806 von der Südwestseite des Ruffiberges. Anhaltende Regengüsse hatten eine mächtige Schicht grobkörnigen Sandsteins unter dem obersten Nagelfluhlager des Spitz-Buels vollends zerstört; sie ergoß sich als Schlammstrom gegen das Dorf Lowerz und den Lowerzersee, und die Nagelfluhbänke, ihrer Unterlage beraubt, stürzten hierauf in das Thal von Goldau, es in wenigen Augenblicken 1 Stunde breit und lang, mehrere 100′ hoch mit Trümmern bedeckend, 4 Dörfer und viele einzelne Häuser mit 4—500 Menschen begrabend, den Lowerzersee zum Theil ausfüllend. — Felsenstürze haben öfters in hohen Gebirgen statt, wo Gesteinmassen durch Eiskeile gesprengt und verrückt nachgeben, und ganze Felshörner zusammenbrechen. Wir verweisen für detaillirte Angaben auf v. Hoffs W. und beschließen dieses Buch mit einer kurzen chronologischen Uebersicht der hauptsächlichsten Katastrophen durch Erdbeben, vulkan. Ausbrüche und Fluthen.

Im Jahre 17 n. Chr. bis 23 verheerte ein **Erdbeben** Kleinasien und stürzte 13 Städte um; darunter Sardes, Magnesia, Apollonia, Ephesus. 58 Laodicea in Syrien zerstört. 75 Laodicea, Hierapolis, Coloßus umgestürzt. 114 Antiochien, Syriens Hauptstadt verwüstet; 121 Nicomedia in Kleinasien; 131 Nicopolis, Tyrus, Cäsarea, Coloßus, Hierapolis, Laodicea; 315 Aeropolis. 342 wurde Antiochia zum zweitenmal zerstört, 40,000 Menschen gingen zu Grunde; die Stöße dauerten ein Jahr und erstreckten sich bis Dalmatien u. Italien. 353 Nicomedia in Bythinien zerstört. 359 Nicomedia und Acropolis von neuem niedergestürzt; ein großer Theil Syriens am Mittelm. erschüttert. 417 furchtbares Erdbeben im ganzen Orient, vorzüglich zu Konstantinopel. 447, 478 und die nächsten Jahre wurden Konstantinopel und Antiochien aufs neue verwüstet, mehrere 1000 M. getödtet. 518 Thracien und Obermösien erschüttert; die Stadt Skupi verschlungen. 522 furchtb. Erdbeben, Erhebung mehrerer Berge in Mesopotamien. 526 und 528 Antiochien aufs neue zerstört. 534 Pompejopolis in Kleinasien niedergestürzt, ganz Griechenl. erschüttert. 555 Konstantinopel erschüttert, wo das Meer 2000 Schritte zurückwich; die Stöße in Syrien und

Aegypten fühlbar. 565 furchtbares Erdbeben in Antiochien und Aegypten. 588 Antiochien nochmals verwüstet; 30,000 Menschen zu Grunde gegangen. 740 Konstantinopel, Nicomedia 2c. verheert. 742 gewaltige Erschütterungen in Syrien, welche die Bewohner von 600 Orten zur Verzweiflung brachten, und bis nach Aegypten merklich waren. 789 Konstantinopel erschüttert; in Rom durchbrach die Tiber alle Kai's. 1034 40tägige Erdbeben in ganz Griechenland und Syrien; eben dort auch 1057; 1117 40tägige Erdbeben in Italien, wobei Cremona, Verona, Venedig viel litten; bis nach Deutschland fühlbar. 1135 Zürich stark ersch. 1169 4monatl. Erdb. in Syrien, Kalabrien, Sicilien. 1170 eines der schrecklichsten Erdbeben im Orient, vorzüglich in Syrien verheerend, bis nach Sicilien und der Schweiz merkbar. 1199 Konstantinopel verheert; Stöße in England. 1202 Erdbeben in Aegypten; es folgte auf große Hungersnoth und Pest; ihm ging eine ungewöhnl. kalte Nacht voraus. (Wilken, Gesch. d. Kreuzzüge. Bd. 6. S. 5.) 1244 Frankreich erschüttert; in Bourgogne gingen 5000 Menschen zu Grunde. 1248 Erdb. in England, Piemont, Savoyen, wo 9000 M. umkamen. 1348 40tägige Erdb. in allen Ländern, nordwärts der Alpen, von Schwaben bis Ungarn, sehr verwüstend. 1356 furchtb. Erdb. in der Schweiz; Basel u. 84 Burgen zerstört, der Boden bebte ein Jahr lang. 1427 in Spanien 20 Städte beschädigt. 1456 heft. Stöße in der Schweiz und Italien, wo 100,000 Personen umkamen. 1490 Erdb. in Italien; Avano verwüstet, 30,000 M. umgekommen. 1507 13,000 M. in Konstantinopel zu Grunde gegangen. 1510 Erdb. in Nördlingen in Bayern, wobei 2000 M. ihren Tod fanden. 1538 Erdb. in Kalabrien und zu Neapel. Erhebung des Monte nuovo. 1555 Erdb. in China, wobei 8000 M. umkamen. 1586 Erdb. in Peru, wo Lima unterging (das in den spätern Jahren immer wieder aufgebaut, noch mehrmal zerstört wurde); heftige Stöße in Java und Makao. 1601 heftiges Erdb. fast im nämlichen Augenblicke in ganz Europa. 1627 heft. Erdb. in Apulien; unter andern Städten wurde Severo von Grund aus umgestürzt, und 17,000 M. gingen daselbst zu Grunde. 1638 Erdb. in Kalabrien, wobei 60,000 M. umkamen; viele Städte erschüttert, Lopez verschlungen. 1641 heft. Erdb. in Persien. 1646 Erdb. zu Konstantinopel, wo durch das plötzlich aufsteigende Meer 136 Schiff auf den Strand geworfen wurden. 1656 Erdb. in Syrien den Peru; 1662 auf Candia und in Japan; es zerbrach zu Miyako, im berühmten Tempel des Fo-ko-zi die vergoldete Broncestatue des Buddha. 1663 furchtb. Erdb. in Nordamerika; 1666 in Syrien; 1667 in Dalmatien. 1672 heftige Erdstöße auf Inseln im griech. Archipel; Stamichio mit allen Einwohnern verschlungen. 1692 2monatl. Erdb. auf Jamaika; der höchste Berg der Insel wurde

in's Meer gestürzt. 1693 furchtb. Erdb. in Sizilien und Kalabrien, welche 100,000 M. zum Opfer foderten. 1703 in Italien, vorzügl. im Kirchenstaat, eben so verderblich. Im gleichen Jahre wurde Jeddo in Japan umgestürzt, wobei 200,000 M. umkamen. 1706 in den Abruzzen 36 Städte verheert. 1715 E. in Nordafrika; Algier litt viel; die Stöße waren auch in Friaul fühlbar. 1727 Tauris in Persien verwüstet; 77,000 M. kamen um. Im selben J. Erdb. zu Martinique; ein bedeutender Hügel wurde vollkommen der Fläche gleich. 1729 Miyako in Japan mit 1 Mill. Einw. großenth. verschlungen. 1738 Miyako abermals zerstört, wobei 200,000 M. umkamen. 1746 schreckl. Erdb. in Peru; vom 28. Okt. 1746 bis 27. Febr. 1747 zählte man 451 Stöße; das Meer zog sich 2mal zurück, um mit Wuth wiederzukommen; Lima und Callao zerstört; 19,000 M. getödtet; ein Theil der Küste Callaos in eine Bai verwandelt. 1749 Valencia in Spanien hart getroffen. 1750 Conception in Chili zerstört; der Platz auf dem es stand, wurde vom Meere bedeckt, und die Einwohner bauten eine andere Stadt, 10 Meilen von der Küste. 1751 heftige Stöße auf den Antillen; St. Domingo verwüstet, Port au Prince von Grund aus umgestürzt. 1754 furchtb. Erdb. in Konstantinopel, wo 50,000 M. umkamen; es erstreckte sich bis Aegypten. 1755 Tauris in Persien fast ganz zerstört; 40,000 M. getödtet. 1755 1. Nov. merkw. Erdb. zu Lissabon. 1757 Erdb. auf den Azoren; 9 neue Inseln wurden erhoben. 1759 in Syrien zahlreiche Städte umgestürzt; nur in Balbeck kamen 20,000 M. um. 1760 Erdb. in Chili. Während der Vulkan von Peteroa wüthete und einen neuen Krater bildete, bewirkten die Erdstöße eine mehrere Meilen lange Spalte in einem benachbarten Berg, und erhoben eine große Landzunge, die 10 Tage lang den Fluß Lontun aufhielt, der einen beträchtlichen See bildete. 1771 furchtb. Stöße auf St. Domingo und auf Java. 1783 in Ungarn. 1786 in Java, 4 Monate dauernd, mit einem vulkan. Ausbruch endend. 1790 Erdb. in der Provinz Caracas, wo sich im granitischen Boden ein See von 220′ Länge und 200—250′ Tiefe bildete. 1796 Erdb. in Canada; ein Theil der Felsen, welche den Niagarafall bilden, stürzte ein. 1797 schreckl. Erdb. in Quito; 40,000 M. kamen dabei um; auf den östl. Antillen fühlte man Erdstöße, die erst nach 8 Monaten aufhörten, als der Vulkan von Guadeloupe einen Ausbruch machte. Im näml. Jahre auch Cumana, Hambato, Tacunga niedergestürzt. 1799 Erscheinung einer neuen Insel im Azow'schen Meere. 1804 heftige Erdb. in Spanien. 1808 in Piemont und dem Mailändischen. 1810 Erdb. zu Langres in Frankreich, und am gleichen Tage auf Candien. 1811 heftiges verwüst. Erdb. in Südcarolina; im Mississippithal bildeten sich zahlreiche Seen und Inseln, und viele von

SO. nach NW. gerichtete Spalten, über welche die Einwohner kreuzweise verbundene große Baumstämme legten und sich hierauf begaben, um nicht verschlungen zu werden. 1812, 26. März wurden Caracas und viele andere Städte fast gänzlich zerstört und 80,000 M. gingen zu Grunde. Die Verwüstung traf die Provinzen Venezuela, Varinas, Maracaibo; am furchtbarsten waren die Stöße in den Cordilleren; während derselben ergossen sich ungeheure Wassermassen aus mehreren Spalten bei Valencia und Puerto Cabello. 1819 Erdb. an der Westküste Indiens; die Stöße dauerten 4 Tage, wo ihnen der Ausbruch eines 30 Meilen von Bhondj entfernten Vulkans ein Ende machte. 1822 Erdbeben in der westl. Schweiz, dem angrenzenden Frankreich und Savoyen. Felsen spalteten sich, Quellen wurden trübe. Im selben Jahre heft. Erschütterungen in Syrien, bei welchen nur in Aleppo 40,000 Häuser niedergestürzt wurden und 20,000 M. umkamen; und weit verbreitete Erdb. in ganz Chili. 1824 heftige Stöße zu Hardenberg in Holland, in mehreren Orten Böhmens und im Erzgebirge. Im gleichen Jahre Manilla auf Luçon zerstört. 1825 verderbliche Erdbeben in Algier, Belida und Schiras in Persien. 1826 furchtb. Erdb. auf Cuba; voraus ging ein Lärm, wie von vielen schwer beladenen, über ein Gewölbe fahrenden Wägen; hierauf folgte eine Explosion wie von einer ungeheuern Zahl Kanonenschüssen; Santiago wurde zerstört. 1828 Erdb. in Chili und Peru. In einigen Sekunden waren die meisten Gebäude in Lima geborsten; Lambayeque und Chiclayo in Trümmer verwandelt, über welche sich der ausgetretene Fluß ergoß; Massen herabgestürzter Felsen und aus der Erde dringende Gewässer unterbrachen die Verbindungen. Im gleichen Jahre Erdb. im Kaukasus; starke Quellen brachen aus der Erde hervor; es öffneten sich Spalten von 304′ Breite und ½ Stunde Länge, welche bei Nacht leuchteten, als wenn Blitze aus ihnen kämen. In Spanien wurden in diesem Jahre Murcia, Lorca, Orihuela, Torre Vieja schwer beschädigt; in Columbia wurde Popayan größtentheils zerstört; große Spalten öffneten sich daselbst, und alle Flüsse traten aus. 1829 Erdb. in Sibirien; ein Felsen stürzte ein und seine Trümmer wurden herum geschleudert; die Eisdecke des Baikal zerbrach. Im gleichen Jahre Erdb. in Neusüdwallis, von heftigem Sturm begleitet; der Boden warf wie ein Meer Wogen, die sich schlossen, oder verderbliche Schlünde bildeten. 1830 viele Gebäude in Manilla zerstört; der Fluß Manilla schwoll an und trat mit Heftigkeit und plötzlich von einem Ufer zum andern über. In China verderbl. Erdb.; im Dep. Yo-Tcheou der Prov. Hou-Nan öffnete sich eine ungeheure Spalte von 6 Stunden Länge, 15′ Br. und dem Auge unerreichbarer Tiefe. 1832 Erh. d. Ins. Ferdinandea.

1833 wurden Arica und Tacna in Peru zerstört; das liebliche Thal von Zapa verwüstet; der wohlbekannte, Whyte-Bluff gen. Hügel am Eingang des Hafens von Arica wurde von 200′ Höhe zum Meeresniveau erniedrigt, 2 kleine Inseln verschlungen, und das Meer stieg 30′ über seinen gewöhnlichen Stand. 1834, 20. Januar, wurde Pasco in Columbien zerstört. Zugleich gerieth der Boden auf mehreren Antillen in wellenförmige Bewegung, wie ein Meer; in Chili wurde Santiago nieder geworfen, und in dessen Nähe verschwand eine Strecke Land, 3 Lieues lang u. 2 breit, mit dem Walde darauf. 20. Februar viele Städte in Chili gänzlich zerstört. 28. Juni bis 19. Juli Erdb. in China, wobei 100,000 Häuser niedergestürzt wurden. Im Arrondissement von Tse-Tcheou kam aus einer ungeheuern Spalte ein Strom schwarzen Wassers, der auf seinem Wege Häuser, Maierhöfe, Menschen und Thiere mit sich riß. 1835, 13. Aug. bis 1. Sept. Erdb. in der asiat. Türkei. Kaisarieh zerstört, viele Orte beschädigt. Vor den ersten Stößen erhob sich vom Fuße des Berges Ardgeh dicker Rauch, aus dem mit schreckl. Donner Feuersäulen brachen. 12. Oktober Castiglione und Cosenza im Königr. Neapel zerstört. Gewaltiger Ausbruch des Vesuv. Vor dem furchtb. Erdb. vom 20. Febr. in Chili zogen ungeheure Schwärme Seevögel von der Küste gegen die Cordilleren. Vor und während demselben waren alle Vulkane der ganzen Kette ungemein thätig. Conception wurde zuerst niedergeworfen, dann vom Meere überfluthet, welches 28′ über die höchste Fluth stieg. Schiffe im stillen Ocean, 100 engl. M. von der Küste, fühlten die Stöße sehr stark. Auf der basalt. Insel Juan Fernandez, 360 engl. M. von der Küste, stieg das Meer einmal 15′ über seinen gewöhnl. Stand und zog sich bei einer seiner Schwingungen so weit zurück, daß der Grund weit entblößt wurde. Eine Stunde von dieser Insel schien das Meer zu kochen. Außer Conception wurden noch 20 kleinere Städte und unzählige Landwohnungen zerstört (l'Instit. 1836 p. 86). 1837 am Neujahrstage Tabarieh und Safed in Syrien nebst allen umliegenden Dörfern von Grund aus zerstört. Akre, Seyda, Sur, Tripoli, Bairut erschüttert und beschädigt. Man schreibt diese Wirkungen dem unterirdischen Vulkan zu, der das Erdpech aus dem todten Meere auswirft. Im selben Monat Januar Jaffa in Schutt verwandelt, wobei von 15,000 M. 13,000 umkamen. Am 11. Jan. Tiberias und mehrere andere Städte verwüstet. Der See von Tiberias kam in Aufruhr.—In der Nacht vom 23.—24. Jan. 1837 hatte man (doch nur geringe) Erderschütterungen in der Schweiz. Der erste Stoß geschah in Bern um 2 Uhr 7 Min. Morgens und dauerte etwa 40 Sekunden, 2 andere schwächere, kürzer währende, schnell sich folgende, gleich nach 1/2 3 Uhr. Die Stöße

erfolgten in Bern von S. nach N., in Luzern, Burgdorf u. a. O. von O. nach W. In Solothurn wurden die Vögel in den Käfigen von ihren Sitzen geworfen. In Bern erzitterten die Häuser, die Fenster klirrten, das Getäfel der Wände krachte und knisterte, die Bettstellen schwankten, Gläser fielen um, Haus- und Thurmglocken erklangen, Thüren wurden aufgerissen. Die Pferde im Hause des Verfassers waren sehr unruhig. In der Luft ließ sich nach Einigen ein Brausen, wie vom Sturmwind vernehmen. Das Thermometer stand 1° unter 0 R.; der Barometerstand war bloß ½''' tiefer als am Abend vorher, wo man 26'' 4½''', also etwas unter veränderlich hatte. Nachts leuchtete der Mond, viele Wölkchen waren am Horizont sichtbar. Die Luftelektrizität war ziemlich angehäuft, es blitzte wiederholt des Nachts, die Atmosphäre war mit Feuchtigkeit überladen. Im Freien erzitterten Bäume und Gebüsche, die Vögel flogen auf, die Raben krächzten nah und fern. In Kandersteg (Bern. Oberl.) wurde ein Felsstück losgerissen. In Meyringen hörte man starkes unterirdisches Getöse. Das Erdbeben wurde fast in der ganzen Schweiz verspürt, vom Bodensee bis zum Leman, auch im angrenzenden Elsaß, Schwaben, Lindau im südwestl. Bayern. Im Reußthale machte man Versuche mit frei an der Luft hängenden Magnetstäben, welche in eine Schwingung kamen, die nach 30 Stunden noch nicht aufhörte. Alle vibrirten aus dem magnet. Meridian nach O. höchst selten einige Grade nach W. Am 24. zwischen 1 und 2 Uhr Mittags waren ihre Vibrationen merklich stärker und schneller; der am 23. frisch bestrichene wendete sich mehreremale über 120° nach S. (nach O.?), aber bei seiner Rückkehr nie 10° gegen W. Bei allen bemerkte man etwas südliche Inklination. Seit 2 Monaten und auch schon früher (so wie später) sah man in der Schweiz und einem großen Theile Europas Nordlichter, Feuerkugeln; es fielen große Schneemassen, zum Theil mit Donnerschlägen und Gewittern verbunden. Am Bielersee fiel leuchtender Schnee; an Menschen und Thieren zeigte sich elektrisches Feuer. (Im März und April brach im Solothurnischen eine Pest unter den (wilden) Vögeln aus, worüber Hugi im „Solothurner Blatt" berichtet hat. Die Vögel flatterten zuerst verwirrt umher, rannten stumpfsinnig gegen Mauern und starben zu Hunderten erst nach mehreren Tagen. Nahrungsmangel war durchaus nicht die Ursache. Die Sektion wies entzündliche, zum Theil brandige Alteration in den Verdauungs- und gallbereitenden Organen nach.) Im Verlauf des Jahres 1837 folgten noch zahlreiche Erderschütterungen in den verschiedensten Orten Süd- und Mitteleuropas, von Ungarn bis Frankreich, in Italien und im griech. Archipelag, doch nur in Südeuropa verderblich. Nach dem engl. Standard

(Juli) wäre in diesem Jahre auch die liebliche Insel Juan Fernandez, auf welcher Alex. Selkirk ausgesetzt wurde und so der weltbekannten Novelle Robinson Crusoe ihren Ursprung gab, verschlungen worden.

Viele der angeführten Erdbeben hingen enge mit vulkanischer Thätigkeit zusammen, und hörten z. B. auf, wenn diese eintrat; bei andern läßt sich kaum ein Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen nachweisen. Die Wirkungen des Vulkanismus stehen zwar an Bösartigkeit und Furchtbarkeit jenen der Erdbeben nicht nach, sind aber auf noch kleinere Theile der Erdoberfläche eingeschränkt und tragen daher noch weniger zu deren Veränderung bei. Es folgen nur noch wenige Angaben hierüber. Der Vesuv ruhte während der ganzen Dauer der römischen Republik; 79 n. Chr. erfolgte sein erster historisch erwiesener Ausbruch, wobei Herkulanum, Stabiä und Pompeii unter dem fallenden Aschenteige begraben wurden. 1631 richtete ein aus ihm kommender Wasserstrom große Verwüstungen an; 1779 wurde die Asche 23 Meilen weit fortgeführt, und Steine von 100′ Umfang weit umher geschleudert. Bei dem furchtbaren Ausbruch von 1794, der nach Hamilton solche Veränderungen hervorbrachte, wie 1000 Menschen in 10,000 Jahren nicht hervorzubringen vermöchten, brachen unter der feinen Asche Dächer und Bäume, und sie wurde bis Tarent getrieben. Ein Lavastrom zerstörte Torre del Greco und bildete, sich ins Meer ergießend, ein neues Vorgebirge. Die Ausbrüche von 1805 und 1822 waren von sehr starken Aschenauswürfen begleitet. — Der Aetna tobte schon in der vorchristl. Zeit; dann besonders 1160, 1284, 1408, 1444, 1536, 1556, 1633, 69, 93, wo ein großer Theil von Sicilien und Calabrien verwüstet wurde und bei 100,000 M. umkamen; 1747, 55, 66, 69, 75, wo viel Wasser ausgeworfen wurde; 80, 87, wo die Asche bis Malta flog; 99, 1805, 11, 12, 19. — Der Pico de Teyde schleuderte 1793 haushohe Felsen bis 4000′ hoch und bedeckte mit solchen und Bimssteinen eine Fläche von 3 □ M., die zur pflanzenlosen Einöde wurde. — Die Eruptionen der großen und zahlreichen isländischen V. — der älteste bekannte erfolgte im 9. Jahrh. — sind um so schrecklicher und verwüstender, als sich hier das Feuer mit dem Wasser verbindet. Die vulkanische Gluth schmilzt unglaublich schnell die Gletscher und Eismassen auf ihnen, wodurch verheerende Fluthen entstehen. Nach den Erderschütterungen und dem Toben des Oräfa-Jökul 1727 stürzten Wasserströme herab, dann folgten die noch übrig gebliebenen Eismassen, zuletzt wurden glühende Substanzen herabgeschleudert, und ein 3 Tage dauernder Aschenregen verwandelte den Tag in Nacht, die nur vom Lichte des Vulkans erhellt wurde. Beim Ausbruch des Kattlegiaa 1755 bedeckte eine aus geschmolzenem

Eise entstandene, 4 Meilen breite Fluth, mächtige Eisblöcke mit Felsstücken fortwälzend, das Land bis zum Meere. Aus der dicken Rauchwolke kamen Asche, Bimsstein, gewaltige Blitze und zahlreiche Feuerkugeln, welche platzten und Steine fallen ließen; hierauf hagelte es, und in jedem Hagelkorn war ein Steinchen oder Aschenkern. Der Himmel über dem V. bildete ein rothes Feuergewölbe voll seltsamer Figuren. 1783 warfen mehrere V. sammt den Thälern zwischen ihnen Feuer aus. Der Fluß Skapta verschwand am 11. Juni binnen 24 Stunden, und eine 4 Meilen lange, 400′ tiefe Kluft, durch welche er sonst floß, schien ausgetrocknet. Nach einigen Tagen entzündete sie sich, ein Feuermeer brach aus ihr hervor, welches die ganze Gegend unter Lavawellen begrub, sich in einem Kesselthale zu einem See aufstaute und endlich ins niedrigere Land herabfluthete. Man berechnete den Gehalt dieses unermeßlichen Lavastromes zu 86,640 Millionen Kubiktoisen, eine Masse, groß genug, um 6 Montblanc's aus ihr zu bilden. Während der Eruption stieg 16 Meilen von der Küste entfernt, eine Insel aus dem dort 800 Klafter tiefen Meere, spie Feuer und Bimsstein aus, verschwand aber schon 1784 wieder. Island, der Sitz alter Kultur, sonst blühend und fruchtbar, ist durch die vereinten feindlichen Wirkungen der Vulkane, Erdbeben und des Polareises immer mehr zur unwirthbaren Wüste geworden. — Mehrere V. auf Kamtschatka, namentl. der Kamtschatkaïa überdecken bei ihren Eruptionen das Land weit umher mit Asche. Der V. Majonga auf Luzon dient durch sein beständiges, meist ruhiges Feuer als Leuchtthurm. Beim Ausbruch von 1766 kamen aus ihm Wasserströme mit viel Sand hervor, der das Land bis an die Wipfel der Palmen überdeckte. In der Provinz Taal verschwand ein Berg; an seine Stelle trat ein See, aus dem Feuer hervorbrach. Beim Ausbruch von 1814 wurde der Boden 5—6 Klafter hoch mit Sand und Asche überdeckt. Auf Java stürzte der Papandayang 1772 größtentheils ein, wobei 40 Dörfer verheert und ihre Bewohner getödtet wurden. Der Tamboro auf Sumbava streute b. Ausbr. v. 1815 seine Asche 1000 engl. M. weit aus, verbreitete 300 M. umher Nacht, und von 12,000 Bewohnern seiner Umgegend retteten sich kaum 10. Der Gipfel eines Vulkans auf Mindanao wurde 1640 abgehoben und 2 M. weit fortgeschleudert, die Asche bis nach Borneo geführt, ein neuer See gebildet. — Beim Ausbruch des Cotopaxi von 1803 hörten Humboldt und Bonpland im Hafen von Guajaquil, 250 franz. M. in gerader Richtung vom Kraterrande das unaufhörliche Brüllen und Donnern. Der Nevado del Abtas oder Kapac-Urku, sonst höher als der Chimboraço, soll durch eine 7jährige Eruption im 16. Jahrh. an Höhe 700 Toisen verloren haben. Beim furchtbaren Ausbruch des Tunguragua 1797

stürzten die Felsen in die Thäler, der Boden zerriß und entblößte schauerliche Höhlen, aus dem Innern der Berge ergossen sich Moyaströme, breite Thäler 100 Klafter hoch anfüllend, dann zu Stein verhärtend und die Flüsse dämmend, so daß die weitläufige Gegend zum See wurde. Gleichzeitig entzündete sich der See Quirotoa und der hohe Berg La Moya bei der Stadt Pelileo stürzte zusammen; aus seinen Trümmern brachen verheerende Ströme schmutzigen und stinkenden Wassers. Als der Pik von Carguairazo am 19. Juni 1698 einstürzte, überdeckte eine Thonmasse mit zahllosen Prenadillas eine Strecke von 8 □ M. — Die Eruption des V. von Bourbon von 1821 verheerte einen großen Theil der Insel.

Von großen Fluthen, welche die Erdoberfläche veränderten, berichtet die Geschichte der Völker ebenfalls. An den Küsten der Niederlande findet ein beständiger Kampf des Menschen mit dem andringenden Meere statt. Ausser mehrern Zerstörungen des Landes von untergeordneter Bedeutung wurden erst im 13. Jahrh. die Seen, um welche nach Tacitus die Friesen wohnten, in die Zuydersee verwandelt und der Meerbusen des Dollart gebildet, wobei zahlreiche Ortschaften und fruchtbare Gegenden vom Meere verschlungen wurden. Auch der Jahdemeerbusen ist durch Einbruch des Meeres entstanden. Helgoland, vor 800 ansehnlich groß, ist durch wiederholte Einbußen in den Jahren 800, 1300, 1500, 1649, 1770 auf seinen jetzigen geringen Umfang herabgebracht worden. Eine große Fluth im Jahre 1240 ließ von Nordfriesland nur die Insel Nordstrand über, welche 1634 mit 6804 Menschen und 50,000 Stücken Viehes gleichfalls bis auf 3 kleine, jetzt ihre Stelle andeutende Inseln verschlungen wurde. Auch an den Küsten der Ostsee übt das Meer vielfache Eingriffe und stete Beschädigungen am Lande aus. England soll einst mit Frankreich zusammengehangen haben, wofür allerdings die geognostische Aehnlichkeit der Küsten beider Länder zu sprechen scheint. Der zerrissene Höhendamm, über welchem das Meer nur seicht ist, während es zu seinen beiden Seiten beträchtlich tief wird, wird durch eine Linie dargestellt, die man von Dover und Folkstone auf der englischen Küste nach Cap Blancnez auf der französischen zieht. An beiden Enden dieser Linie ist das Ufer abgebrochen und steil, während eine mit ihr parallel von Sandwich nach Calais gezogene Linie auf flachen, sandigen Strand trifft. — Viele Städte in der Umgebung des Mittelmeeres sind verschlungen worden, oder mußten weiter in's Innere verlegt werden. — Problematischer Art sind die bereits erwähnten Fluthen des Ogyges, Deukalion; das Durchbrechen des ehemals das Kesselland Böhmen erfüllenden Landsee's, welches Einige, kaum mit Recht mit der cimbri-

schen Fluth in Verbindung setzen wollen, welche um 644 n. Roms Erb. eintrat. Strabo erzählt, daß ihrer Ephorus, ein Zeitgenosse von Alexander M., als eines historischen Faktums gedenke, findet aber die Sage keineswegs wahrscheinlich, daß die Anwohner der Meeresküste durch jene Fluth aus ihren Wohnsitzen sollten vertrieben worden sein. Florus erwähnt die cimbrische Fluth auch. Werner und mehrere seiner Schüler waren es, welche durch geognostische Thatsachen zu erweisen suchten, daß der das Kesselland von Böhmen einst erfüllende See zwischen Lobesitz und Tetschen, so wie ein zweiter, kleinerer bei Meißen in das breitere Elbthal durchgebrochen seien. — Der Durchbruch des schwarzen Meeres in den thrazischen Bosporus, wird bei Strabo, Diodor von Sizilien, Dionysius von Halikarnaß erzählt. Nach beiden letztern wäre mit dem Durchbruch des schwarzen Meeres durch den Bosporus und das ägäische Meer eine große Ueberschwemmung eingetreten, welche das umliegende Land bis nach Arkadien überfluthet hätte. Dardanus, welcher sich hiebei nach Samothrake flüchtete, war Zeitgenosse des Deukalion, Cecrops und Cranaus, und das ihn treffende Ereigniß würde hienach zwischen 1548 — 24 v. Ch. fallen, wenn nicht wichtige Gründe gegen die Annahme desselben überhaupt sprächen. — Der Durchbruch des Mittelländ. M. bei Gibraltar, bei den Säulen des Herkules, vom atlantischen Ocean her, ein Ereigniß, von welchem gleichfalls die Alten sprechen, hat hingegen viel mehr Wahrscheinlichkeit. Hoff erklärt sich enschieden gegen Humboldts Ansicht, daß der Durchbruch der Landenge vom Mittelmeer her erfolgt sei; nur der atlantische Ocean habe bei seiner bekannten Bewegung gegen die europäischen Küsten (vergl. S. 343) die hiezu nöthige Kraft gehabt und wurde vielleicht auch noch durch Erdbeben unterstützt. Ueber alle diese Fluthen kann man v. Hoff's Untersuchungen in s. W. Bd. 1. u. Lyell Geol. Bd. 1. S. 246 ff. nachlesen. — Ein Blick auf die Karte lehrt indeß, daß es eine Menge großer Fluthen auf der Erde gegeben habe, von welchen Geschichte und Tradition schweigen. Der mejikanische Meerbusen und das caraibische Meer sind sicher durch einen gewaltigen Meereseinbruch von O. her gebildet, und die Bahamainseln, die großen und kleinen Antillen, stellen die letzten Reste einer ehemaligen Terra firma dar. Aehnliche Ueberreste eines durch Fluthen zerstörten Festlandes möchten die Sundainseln, die Molukken, Amboinen, Suluinseln und Philippinen, der griechische Archipel, die Inseln im Kattegat rc. darstellen. Wie viel bei der Bildung dieser und anderer Archipelage auf Rechnung von Senkungen und Erhebungen des Landes zu setzen sei, wird vielleicht erst eine ferne Zukunft entscheiden.

* * *

Mit Beziehung auf das bereits S. 195, 221 ꝛc. rücksichtlich der eigenen Bewegung unseres Sonnensystems, u. S. 283, 457 über die Zukunft der Weltkörper Gesagte, gedenken wir noch einer in jüngster Zeit bekannt gewordenen wissenschaftlichen Entdeckung. Hr. Argelander soll nun nach einer der Petersburger Akad. 1837 vorgelegten Abhandl. mit aller Gewißheit dargethan haben, daß die Sonne mit ihrem System sich nach einem Punkte bewege, der fast in der Mitte zwischen den Sternen λ und σ im Herkules liegt und 260° 50′ ger. Aufst. und 31° 17′ nördl. Abw. hat. Die Sterne werden also daselbst auseinander, in der entgegengesetzten Richtung zusammen zu rücken scheinen. Außerdem haben sie aber, wie unsere Sonne, noch eigene wahre (nicht bloß scheinbare) Bewegungen nach den verschiedensten Richtungen. Unter 560 Sternen, die A. sorgfältig bestimmt und mit Bradley's Beobachtungen verglichen hatte, fanden sich 390, bei denen von 1755 — 1830 sichtbare Ortsveränderungen erfolgt waren. Unsere Sonne gehört zu den stärker bewegten Fixsternen, und ihre Bewegung verhält sich zur mittlern Durchschnittsbeweguug der untersuchten 390 St. = 3:2. Ein vermuthlicher Centralkörper dürfte nach Argelander in der Gegend des Perseus liegen; da aber in dessen Nähe besonders ausgezeichnete Fixsterne fehlen, so müßte er ein dunkler sein; daher scheinen bloß gegenseitige Bewegungen in der Fixsternenwelt wahrscheinlicher zu sein, und nur etwa einzelne Anhäufungen wie die Plejaden scheinen wahre Systeme zu bilden. (Allg. Ztg. 10. Juli 1837. Außerord. Beil. S. 1321.)

Sachverzeichniß.

Verbesserungen

Seite 2 Zeile 3, so wie noch einigemale später lese man mannigfachen st. manigfachen.
„ 29 „ 22 l. Schumacher's st. Schuhmacher's.
„ 43 „ 22 l. Brongniart st. Brongniard.
„ 45 „ 19 l. 3 vol. st. 2 vol.
„ 49 „ 27 l. ἱστορίας und περὶ φυτῶν st. ἱσορίας und περὶ φντῶν.
„ 53 „ 31 l. Kollektiv st. Objektiv.
„ 56 „ 7 l. Lamarck st. Lamark.
„ 57 „ 29 l. Brisseau-Mirbel st. Brißeau, Mirbel.
„ 61 „ 22 l. im 2ten st. im 12ten.
„ 67 „ 2 nach Lesson ist einzuschalten: Die medizinische Zoologie wurde von Brandt und Ratzeburg bearbeitet.
„ 77 „ 24 l. Autenrieth st. Authenrieth.
„ 83 „ 29 l. auch st. nothwendig.
„ 105 „ 21 l. räumlicher Ausdehnung und zeitlicher Beschränkung st. Raum und Zeit.
„ 111 „ 14 l. maßiger st. mäßiger.
„ 119 „ 10 l. ist einmal die st. ist die.
„ 125 „ 13 sind nach „Plastizität" die Worte einzuschalten: „und Sensibilität, dem Menschen Plastizität".
„ 126 „ 16 l. Organ zwischen ihr und der Leiblichkeit st. Organ derselben.
„ 126 „ 33 l. zeigt sich st. erscheint.

Auf der Tabelle zu S. 132, mittl. Kolumne, Rubrik Weltkörperseelen, l. bewegen sich nach Gravitationsgesetzen st. bewegen sich nach mechanischen Gesetzen.
— — — äußere rechte Kol. unten l. Attraktion, Aggregation, Gravitation st. Aggregation.
— — — ganz unten, vorletzte Z. l. dem gewöhnlichen st. den gewöhnlichem.

Seite 164 in der Tabelle l. Kadmium st. Cadmium.
— — — Kalcium st. Calkium.
— — — Strontium st. Strantium.
— — — Baryum st. Balyum.
Seite 240 Zeile 40 l. Bouguer's st. Boguer's.
„ 356, die Aufschrift des III. Hauptstück's soll heißen: Physische u. plastische Verhältnisse der Erdfeste.
„ 413 Zeile 16 l. Diploctenium st. Diploctonium.

Einige andere, minder bedeutende Druckfehler beliebe der geneigte Leser zu verbessern.